

**Wirkung von transkutaner elektrischer
Nervenstimulation auf die Schmerzintensität
bei Patienten mit Gonarthrose**

Systematische Literaturübersicht

Erarbeitet von:	Anthenien Deborah Sennereiweg 8 3937 Baltschieder d.anthenien@gmail.com
Kurs:	BAC 11
Unter Begleitung von:	Renata Jossen Master of Nursing Science MNSc
Ort und Datum der Abgabe:	Visp, den 21. Juli 2014

„Auch aus Steinen, die in den Weg gelegt werden,
kann man Schönes bauen.“

Johann Wolfgang von Goethe

Herzlichen Dank.

Renata Jost, für ihre fachkompetente und wertvolle Begleitung, Unterstützung und Zusammenarbeit während des Erstellens dieser systematischen Literaturübersicht.

Meiner Familie und meinen Freunden, für ihre Geduld, ihre motivierende Haltung und ihre Unterstützung.

Desirée Kuonen und Jaqueline Kunz für die formelle Überprüfung dieser systematischen Literaturübersicht.

Zusammenfassung

Problembeschreibung: Die Gonarthrose gehört zu den häufigsten Gelenkerkrankungen. Die Prävalenz der Gonarthrose wird zwischen 15 – 55% angegeben. Der Schmerz ist das Hauptsymptom einer Gonarthrose. Schmerzen führen zu einer reduzierten Lebensqualität und mindern die Autonomie. Zur Therapie stehen medikamentöse und nichtmedikamentöse Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Da bei den medikamentösen Therapien mit unerwünschten Wirkungen gerechnet werden muss, sind nichtmedikamentöse Pflegeinterventionen wichtig. Die TENS ist eine komplementäre Schmerzbehandlungsmethode, bei der durch die Anwendung von elektrischen Impulsen eine Schmerzlinderung bewirkt wird. Die mangelnde Anwendung der TENS und das Fehlen einer deutschen systematischen Literaturübersicht zeigen die Wichtigkeit des Erstellens dieser Arbeit auf.

Ziel: Das Ziel dieser Arbeit ist den aktuellen Forschungsstand zur Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose anhand von wissenschaftlicher Literatur aufzuzeigen. Zudem soll geklärt werden, inwieweit die gewählte Stimulationsform der Behandlung das Ergebnis beeinflusst. Die daraus resultierenden Erkenntnisse sollen einen Beitrag zur evidenzbasierten Pflege leisten. Die Forschungsfrage ergründet, wie die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben wird.

Methode: Die Forschungsfrage wurde anhand einer systematischen Literaturübersicht beantwortet. Dazu erfolgte eine systematische Literatursuche in den drei pflegerelevanten Datenbanken Cochrane, PubMed und CINAHL. Die Auswahl von acht Studien erfolgte mittels zuvor definierten Ein- und Ausschlusskriterien. Die Qualität und Evidenz der analysierten Studien wurden eingeschätzt.

Ergebnisse: Alle acht RCT untersuchten die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose. Die Ergebnisse der analysierten Studien zeigten eine signifikante Linderung der Schmerzintensität. Die in den Studien verwendeten Stimulationsparameter unterschieden sich. Die Qualität der analysierten Studien war mittelmässig bis hoch und die Evidenz wurde in jeder Studie mit 1b eingeschätzt.

Schlussfolgerungen: In der vorliegenden Arbeit konnte eine allgemein gültige Wirkung von TENS auf Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose bestätigt werden. Daher ist es für die Pflegepraxis wichtig, dass sich die Pflegepersonen ein Wissen über TENS aneignen und die TENS in die Praxis implementieren. In der Pflegeforschung müssen zukünftig vermehrt klinisch validierte Studien mit einer Homogenität bezüglich der Stimulationsparameter der TENS durchgeführt werden.

Key words: "Electric Stimulation" "Transcutaneous Electric Nerve Stimulation" "Osteoarthritis" "Osteoarthritis, Knee" "Pain" "Analgesics"

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Problembeschreibung.....	1
1.2 Fragestellung	4
1.3 Zielsetzung	4
2. Theoretischer Bezugsrahmen.....	5
2.1 Gonarthrose.....	5
2.1.1 Definition.....	5
2.1.2 Anatomie und Physiologie.....	5
2.1.3 Pathophysiologie, Entstehung und Klassifikation	5
2.1.4 Ätiologie und Risikofaktoren	7
2.1.5 Symptome, Komplikationen und Auswirkungen.....	7
2.1.6 Diagnostik und Messinstrumente	8
2.1.7 Prävention und Therapie	9
2.2 Schmerz.....	11
2.2.1 Definition.....	11
2.2.2 Schmerzentstehung.....	11
2.2.3 Arten und Ätiologie	11
2.2.4 Schmerzmerkmale und Symptome	12
2.2.5 Schmerzintensität und Schmerzdimensionen	13
2.2.6 Folgen chronischer Schmerzen.....	13
2.2.7 Schmerzerfassung, Messinstrumente und Schmerzdokumentation	13
2.2.8 Körper eigene Schmerzhemmung und Therapie	15
2.3 Transkutane elektrische Nervenstimulation	18
2.3.1 Definition und Hintergrund.....	18
2.3.2 Wirkungsweise, Stimulationsparameter und Stimulationsformen.....	18
2.3.3 Elektrodenarten und Elektrodenplatzierungen.....	19
2.3.4 Anwendung von TENS	20
2.3.5 Indikationen, Kontraindikationen und unerwünschte Wirkungen	20
3. Methodenbeschreibung	22
3.1 Forschungsdesign	22
3.2 Datensammlung.....	22
3.3 Datenauswahl	23
3.4 Datenanalyse.....	23
4. Ergebnisse	25
4.1 Suchergebnisse	25
4.2 Merkmale der analysierten Studien.....	26
4.3 Beschreibung der analysierten Studien	28
4.4 Hauptergebnisse.....	38
4.5 Qualität/Glaubwürdigkeit der Studien.....	43
5. Diskussion.....	46
5.1 Diskussion der Merkmale der analysierten Studien.....	46
5.2 Diskussion der Ergebnisse.....	49
5.3 Diskussion Qualität/Glaubwürdigkeit.....	56
5.4 Kritische Würdigung	59
6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen	61
7. Literaturverzeichnis	62
Anhang

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchstrategie mit den Datenbanken und Suchbegriffen	24
Tabelle 2: Datenauswahl.....	26
Tabelle 3: Übersicht der analysierten Studien.....	27
Tabelle 4: Überblick der analysierten Studien.....	42
Tabelle 5: Überblick der Glaubwürdigkeit.....	46

1. Einleitung

1.1 Problembeschreibung

Die Arthrose gehört zu den bedeutendsten chronischen Krankheiten des Menschen und ist weltweit die häufigste Gelenkerkrankung (Arden & Nevitt, 2006; Lehmann & Stöve, 2004; Steinmeyer, 2001). „Unter Arthrose versteht man eine schmerzhafte, degenerative Gelenkerkrankung mit Zerstörung des Gelenkknorpels und Entzündung der Innenschicht der Gelenkkapsel, die zur völligen Einsteifung eines Gelenks führen kann“ (Menche, 2007, S. 975). Bei 33% der Erwachsenen sind radiologische Zeichen einer Arthrose sichtbar (Michael, Schlüter-Brust & Eysel, 2010). Die Wahrscheinlichkeit, an einer Arthrose zu erkranken, tritt im höheren Alter vermehrt auf (Issa & Sharma, 2006). In den nächsten Jahren wird die Zahl der Erkrankten aufgrund der demographischen Entwicklung stetig ansteigen (Peters, Pritzkeleit, Beske & Katalinic, 2010). Die am häufigsten auftretende Arthrose ist die Gonarthrose. Die Prävalenz der Gonarthrose wird in den verschiedenen Altersabschnitten zwischen 12-55% angegeben (Wirth, 2002). Die Inzidenz wird auf 1% geschätzt (Engelhardt, 2003). Das Aufzeigen von epidemiologischen Daten ist in diesem Bereich schwierig, da der radiologische Nachweis nicht mit der Häufigkeit von klinischen Beschwerden übereinstimmt (Felson, 2006). Hannan (2000) schreibt dazu, dass lediglich 15% der Patienten mit einer radiologisch gesicherten Gonarthrose unter Schmerzen leiden und somit einen Arzt aufsuchen (zit. in Wirth, 2002). Die Kosten der Behandlung der Arthrosen stiegen in den letzten Jahrzehnten in vielen Ländern auf 1 – 2,5% des Bruttonationalproduktes an (Nehrer, 2007).

Bei den ätiologischen Faktoren werden primär-idiopathische und sekundäre Gonarthrosen unterschieden (Issa & Sharma, 2006). Bei der primären Gonarthrose sind die Ursachen unbekannt (Duchow & Kohn, 2003). Die sekundäre Gonarthrose kann nach einem Trauma, nach einer Operation, durch eine Fehlstellung oder eine Fehlbildung entstehen (Michael et al., 2010).

Das Hauptsymptom einer Arthrose ist der Schmerz. Weitere klinische Zeichen sind beeinträchtigte Mobilisation, tastbare Knochenneubildungen, Instabilität, Vergrößerung der Gelenkkontur, Krepitationen, Erguss und Schwellung (Lehmann & Stöve, 2004). Dabei zählen chronische Schmerzen und die beeinträchtigte Mobilität zu den führenden klinischen Parametern für die Diagnostik der Gonarthrose (Felson, 2006; Zacher & Gursche, 2001). Zu den ersten diagnostischen Schritten gehören eine Anamnese, das Erheben der klinischen Befunde und ein konventionelles Röntgenbild (Niggli, 2003). Eine frühzeitige Erkennung und Behandlung sind von grosser Bedeutung, denn das Fortschreiten der Arthrose betrifft den Gelenkknorpel, sowie das intra- und extraartikuläre Gewebe und führt

zum Gelenkversagen (Kladny, 2005). Arthrose gilt trotz den grossen Fortschritten in der Medizin als eine unheilbare Krankheit (Rehart & Lehnert, 2008). Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmass der Symptome und den Anforderungen des Patienten (Duchow & Kohn, 2003). Das Primärziel der Behandlung von Arthrose ist das Beheben der chronischen Schmerzen, darauf folgen eine Verbesserung der Mobilität und die Verzögerung des Fortschreitens der Gelenkdegeneration (Nehrer, 2007). Bei einer fortgeschrittenen Arthrose ist eine operative Behandlungsmethode nötig (Rehart & Lehnert, 2008).

Die Pflegefachperson ist beim Schmerzmanagement für das Erkennen und Einschätzen von Schmerzen sowie für das Einleiten von nicht-medikamentösen Verfahren verantwortlich. Für das Erkennen und Einschätzen stehen der Pflegefachperson verschiedene Assessment-Instrumente zur Verfügung (Menche, 2007).

Nanda definiert chronische Schmerzen als ein unangenehmes sensorisches und emotionales Erlebnis, das mit einer potenziellen oder aktuellen Gewebsschädigung verbunden ist. Der chronische Schmerz dauert länger als 6 Monate und kann wiederkehrend, periodisch oder andauernd sein (Herdman, 2012). Der Schmerz kann sich in verschiedenen Symptomen äussern, wie erhöhte Vitalzeichen, schmerzverzerrte Mimik und Gestik, kalter Schweiß, Blässe und erweiterte Pupillen. Jedoch normalisieren sich diese physiologischen Zeichen bei länger andauernden Schmerzen. Exakte Angaben über Lokalität und Intensität der Schmerzen werden vom Betroffenen geäussert. Schmerzen zeigen sich auch im Verhalten des Betroffenen, indem er sich von sozialen Kontakten zurückzieht oder die betroffene Körperregion schont (Heuwinkel-Otter, Nümann-Dulke & Matscheko, 2011). Mit dem Fortschreiten der Krankheit führen Schmerzen und eine beeinträchtigte Mobilität zu einer verminderten Selbstbestimmung der Lebensweise (Bork, Middeldorf & Ludwig, 2005). Chronische Schmerzen haben zusätzlich Auswirkungen auf die Lebensqualität und führen zu erheblichen Behinderungen in vielen Lebensbereichen (Zimmermann, 2004).

Zur Therapie von Schmerzen stehen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Es gibt medikamentöse und nichtmedikamentöse Behandlungsansätze. Die medikamentöse Therapie bei Gonarthrose besteht häufig aus Paracetamol und nichtsteroidalen Antirheumatika (Rehart & Lehnert, 2008). Der Nachteil an dieser Therapieform ist, dass einige unerwünschte Wirkungen wie Magen- und Darmbeschwerden, Blutungen, Schwindel, Kopfschmerzen, Hypertonie und Hepatopathie auftreten können (Roth, Angster & Forst, 1999). Zu den nichtmedikamentösen Behandlungsmethoden zählen Akupressur, Wärme- und Kälteapplikationen, Massagen, Progressive Muskelentspannung und die transkutane elektrische Nervenstimulation (Johnson et al., 2012).

In dem aktuellen Forschungsstand sind bereits einige pflegerische Interventionen zur Schmerzlinderung beschrieben. Selfe und Taylor (2008) schrieben in einer Review, dass

Akupunktur bei Kniearthrose zu einem schmerzlindernden Ergebnis führt. Eine systematische Review über die elektromagnetische Energie-Therapie auf die Schmerzen bei Kniearthrose zeigt auf, dass diese Therapieform keine Schmerzlinderung herbeiführt (McCarthy, Callaghan & Oldham, 2006). Eine systematische Review über elektrische Muskelstimulation bei Kniearthrose ergab eine Schmerzlinderung (Marks, Ungar & Ghasemmi, 2000).

Die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) ist eine mehr als 30 Jahre alte Methode zur Linderung von Schmerzen (Sluka & Walsh, 2003). Die TENS ist eine komplementäre Behandlungsmethode, bei der elektrische Energie über Elektroden von einem externen Stimulator an das periphere Nervensystem übertragen wird, um dort Schmerzen zu lindern oder zu vermeiden. Diese Methode funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die „spinal gate control theory“ (Gschiel, Kager, Pipam, Weichart & Likar, 2010). Die Theorie besagt, dass ein neuronaler Mechanismus im Rückenmark wie ein Tor funktioniert. Die Schmerzwahrnehmung wird von den passierenden Schmerzreizen, die zum Hirn gelangen, beeinflusst. Durch die Hemmung der Schmerzübermittlung und eine Ausschüttung von Endorphinen wird die Schmerzintensität gesenkt (Dickenson, 2002; Menche, 2007). Die transkutane elektrische Nervenstimulation ist in der Nursing Intervention Classification (NIC) als Pflegeintervention aufgeführt. Die TENS darf nach einer Schulung der Pflegenden, sowie bei Vorliegen einer ärztlichen Verordnung selbstständig durchgeführt werden. Für den pflegerischen Aufwand werden 16-30 Minuten gerechnet (Bulechek, Butcher, McCloskey Dochtermann & Wagner, 2013).

Die TENS wird in aktuellen Forschungsergebnissen als effektive Methode zur Schmerzlinderung beschrieben (Bjordal et. al., 2007; Brosseau et. al., 2004; Jamtvedt et. al., 2007; Rutjes et. al., 2010). Obwohl diese signifikanten Ergebnisse vorliegen, wird die TENS in der Pflege wenig angewendet. Weiter ist unklar, inwieweit die gewählte Stimulationsform sowie die Dauer der Behandlung das Ergebnis beeinflussen. Das Fehlen einer deutschen Literaturübersicht bestätigt die Wichtigkeit des Erstellens einer deutschsprachigen systematischen Literaturübersicht über die schmerzlindernde Wirkung von TENS auf Gonarthrose. Zusätzlich soll diese systematische Literaturübersicht der evidenzbasierten Pflege dienen, indem sich die Pflege durch das Anwenden von forschungsbasierten Ergebnissen optimieren lässt (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Des Weiteren verlangt das schweizerische Bundesgesetz über die Krankenversicherung, dass die Wirksamkeit einer pflegerischen Intervention anhand von wissenschaftlichen Methoden nachgewiesen werden muss (Schweizer Eidgenossenschaft, 2011).

1.2 Fragestellung

Wie wird die Wirkung von transkutaner elektrischer Nervenstimulation auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben?

1.3 Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, den aktuellen Forschungsstand zur Wirkung von transkutaner elektrischer Nervenstimulation auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose anhand von wissenschaftlicher Literatur aufzuzeigen. Zudem soll geklärt werden, inwieweit die gewählte Stimulationsform die Ergebnisse beeinflussen.

Des Weiteren wird die deutschsprachige Pflegewissenschaft gefördert und dem erschwerten Wissenstransfer der englischen Literatur vorgebeugt. Auch können bei einer bewiesenen Wirkung die Pflegefachpersonen animiert werden, die Intervention vermehrt anzuwenden. Durch das Anwenden von forschungsbasierenden Ergebnissen wird die Qualität der Pflege gefördert (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Zusätzlich könnte diese Arbeit dem Krankenversicherungsgesetz dienen, da eine Leistung wirksam, zweckmässig und wirtschaftlich sein muss, damit die Kosten der pflegerischen Intervention übernommen werden (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2011).

2. Theoretischer Bezugsrahmen

2.1 Gonarthrose

2.1.1 Definition

Die Arthrose des Kniegelenks wird in ICD-10 (2012) als eine Krankheit des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes angesehen. Bei der Gonarthrose handelt es sich um eine degenerative, primär nicht entzündliche Erkrankung des Kniegelenks, bei der fortschreitend und irreversibel der hyaline Gelenkknorpel zerstört und der subchondrale Knochen umgebaut wird (Diehl et al., 2013).

2.1.2 Anatomie und Physiologie

Jedes Gelenk besteht aus einem Gelenkkopf und einer Gelenkpfanne. Das Gelenk wird nach aussen von der Gelenkkapsel abgeschlossen. Die Gelenkkapsel bildet die Synovia sowie an besonders beanspruchten Stellen Schleimbeutel und Fettpolster. Das ganze Gelenk ist mit hyalinem Gelenkknorpel überzogen (Bickel, 2002). Der Gelenkknorpel besteht aus Chondrozyten und der Matrix (Hildebrand, Blanchemain & Hornez, 2011). Als subchondraler Knochen werden die subchondrale Knochenplatte und die subartikuläre Spongiosa unterhalb des Knorpels bezeichnet (Madry, Dijk & Mueller-Gerbl, 2010).

Das Kniegelenk verbindet mit dem Femorotibialgelenk und dem Femoropatellargelenk den Femur, die Tibia und die Patella (Dowthwaite et al., 2004). Die Gelenkflächen von Femur und Tibia werden durch zwei Menisken einander angepasst. Die Menisken verlagern sich mit zunehmender Beugung nach hinten, damit der Femur eine kombinierte Gleit- und Rollbewegung auf der tibialen Gelenkfläche durchführen kann. Zwei Bandsysteme, die Seitenbänder und die Kreuzbänder, stabilisieren das Kniegelenk bei Bewegungen. Die Kreuzbänder sichern das Kniegelenk im gebeugten Zustand und die Seitenbänder übernehmen diese Aufgabe bei gestrecktem Knie (Faller & Schünke, 2008).

2.1.3 Pathophysiologie, Entstehung und Klassifikation

Verschiedene pathogenetische Konzepte versuchen die Entstehung einer Arthrose zu erklären. Bewiesen ist, dass die Arthrose nicht auf einen physiologischen Verschleiss durch Abnützung der Gelenke zurückzuführen ist (Sulzbacher, 2000). Bei der Arthrose entwickelt sich aufgrund eines Missverhältnisses zwischen Belastung und Belastbarkeit ein fortschreitender Verlust der Knorpelsubstanz (Wagner, 2009). Der primäre Ort, bei dem der Knorpelverlust verursacht wird, ist unklar. Vermutet wird, dass ein multifaktorielles Geschehen, welches im Knorpel selbst, im subchondralen Knochen oder in anderen Gelenkanteilen entsteht, zu der Reduzierung des Gelenkknorpels führt (Hayami, Pickarski, Zhuo, Wesolowski & Rodan, 2006; Hunter, 2009; Sulzbacher, 2000). Die Molekularpa-

thologie beschäftigt sich mit den Abläufen des Knorpelabbaus (Sulzbacher, 2000). Der Chondrozyt ist der einzige zelluläre Bestandteil im Knorpel (Wagner, 2009). Zusammen mit der Knorpelmatrix fungiert der Chondrozyt als Rezeptor und Regler der Knorpelhomöostase (Anders, Schaumburger & Grifka, 2001). Wird die Balance dieses diffizilen Gleichgewichts aufgrund von äusseren oder inneren Einflüssen gestört, werden die Chondrozyten insuffizient. Die Elastizität, Resistenz und Oberflächeneigenschaften der Knorpelsubstanz verändern sich. Diese Veränderungen führen zu einer verminderten Belastbarkeit des Gelenks und enden mit einem Chondrozytenuntergang (Duchow & Kohn, 2003).

Zu Beginn der Frühphase der Arthrose entsteht ein Knorpelschaden, indem die Chondrozyten absterben und das Knorpelgewebe spröde wird. Durch diesen Prozess verändert sich die Belastungsverteilung auf den Gelenkflächen. Die gesunden Knorpelanteile werden vermehrt abgenützt und der darunter liegende Knochen wird angegriffen. Der Knochen schützt sich, indem er sich verdichtet und verhärtet. Erst nach diesem Prozess wird von einer Arthrose gesprochen. Der Betroffene verspürt Schmerzen, da sich kleine Knorpelteilchen ablösen und in der Gelenkflüssigkeit schwimmen. Zusätzlich kann eine Entzündung aufgrund einer Reizung der Gelenksinnenhaut entstehen. Während des mittleren Stadiums erweitert sich aufgrund eines weiteren Schutzmechanismus des Knochens die Gelenkfläche. Knöcherne Auswuchtungen und Osteophyten entstehen. Diese Deformationen beeinträchtigen die Beweglichkeit des Gelenks. Bei fortschreitender Erkrankung wird der Gelenkspalt schmaler. Im Endstadium wird die Knorpelschicht vollständig zerstört und die gelenkbildenden Knochen liegen frei. Aufgrund der Reibung und des Verschwindens des Gelenkspalts wird das Gelenk steif (Rümelin, 2003). Der zeitliche Zusammenhang, in dem die zellulären Reparaturmechanismen des Gelenkknorpels nicht mehr genügen und der subchondrale Knochen umgebaut wird, ist noch nicht geklärt (Madry & Kohn, 2004).

Die Arthrose kann aufgrund der klinischen Symptomatik in drei Stadien klassifiziert werden, in die stumme oder latente Arthrose, in die aktivierte Arthrose und die manifeste Arthrose (Zacher & Gursche, 2001). Bei der stummen oder latenten Arthrose sind keine Schmerzen oder Funktionseinschränkungen vorhanden, obwohl radiologische Zeichen einer Arthrose vorliegen können. Diese Phase tritt im Krankheitsverlauf regelmässig auf (Rümelin, 2003). Die aktivierte Arthrose zeigt eine deutliche Ergussbildung, Schwellung, Funktionsbeeinträchtigung und Schmerzen auf. Eine manifeste Arthrose liegt vor, wenn zum Zeitpunkt der Diagnostik bereits Dauerschmerzen und messbare Funktionseinschränkungen vorhanden sind (Zacher & Gursche, 2001).

2.1.4 Ätiologie und Risikofaktoren

Nach ätiologischen Gesichtspunkten lassen sich die primäre und die sekundäre Gonarthrose unterscheiden. Bei der primären Gonarthrose ist die Ursache unbekannt (Duchow & Kohn, 2003; Issa & Sharma, 2006). Die sekundäre Gonarthrose kann nach einem Trauma, nach einer Operation, durch eine Fehlstellung oder eine Fehlbildung entstehen (Issa & Sharma, 2006; Michael et al., 2010). Weitere Ursachen der sekundären Gonarthrose können Übergewicht, berufliche Überlastung, Extremsport oder eine verminderte allgemeine Knochendichte sein (Rehart & Lehnert, 2008).

Die Risikofaktoren werden in endogene und exogene Faktoren eingeteilt. Zu den endogenen Faktoren zählen die genetische Prädisposition, Geschlecht, bei Frauen die postmenopausale Umstellung und das Alter. Während beispielsweise die Prävalenz bei den 20-jährigen bei 9 Prozent und den 34-Jährigen um die 17 Prozent liegt, steigt die Prävalenz bei den 65-Jährigen auf über 90 Prozent an (Theiler, 2002). Die exogenen Faktoren beinhalten ein Trauma, das Übergewicht oder die Lebensweise. Bei der Lebensweise spielen die Ernährung, Stoffwechsel, Alkohol, Sport und die Arbeitsstelle wichtige Rollen (Cooper et. al., 2000; Felson et. al., 2000; Michael et al., 2010). Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Knie totalendoprothese eingesetzt werden muss, steigt bei einem Body-Mass-Index zwischen 35 und 39.9 kg/m² um das 18,7-fache an (Diehl et al., 2013). Häufige Tätigkeiten in kniender oder hockender Stellung, häufiges Aufstehen aus der Hocke, sowie das Anheben von schweren Lasten erhöhen signifikant das Risiko an Gonarthrose zu erkranken (Madry & Kohn, 2004).

2.1.5 Symptome, Komplikationen und Auswirkungen

Das Hauptsymptom der Gonarthrose ist der Schmerz. Zu Beginn der Erkrankung tritt der Schmerz häufig in Form von Einlauf- oder Anlaufschmerzen und bei verstärkten oder ungewohnten Belastungen auf (Felson, 2006; Räuchle, Cemerka, Eibenberger & Breitenseher, 2012). Im späteren Verlauf kann ein konstanter Ruhe- und Nachtschmerz vorliegen (Madry & Kohn, 2004). Ein Wechsel von schmerzhaften und schmerzarmen Episoden ist bei der Arthrose typisch (Theiler, 2002). Ein weiteres Symptom ist die Immobilität, welche von verschiedenen Faktoren ausgelöst wird. Die Ursache der beiden Hauptsymptome bildet das aufgrund von Knochenneubildungen deformierte Kniegelenk. Eingeklemmte Knorpelfragmente können das Gelenk sperren (Madry & Kohn, 2004). Da sich die Gelenkkontur vergrößert und der Gelenkspalt schmaler wird, entsteht eine Instabilität des Gelenks. Eine Achsabweichung und Krepitationen werden feststellbar. Durch die vermehrte Belastung der Gelenkknochen entstehen häufig Schwellungen, Ergüsse und Entzündungen. Um das Gelenk zu schützen wird automatisch eine Schonhaltung eingenommen. Die Folge ist, dass sich der Muskel verkürzt, da er nicht entsprechend seiner Funkti-

on benützt wird. Der Muskel reagiert darauf mit Verspannungen, welche wiederum Schmerzen verursachen (Rümelin, 2003).

Die zunehmende Funktionseinschränkung und die Schmerzen führen zu einer reduzierten Lebensqualität und mindern die Autonomie bezüglich der selbstbestimmten Lebensweise (Bork et al., 2005). Schlafstörungen, Erschöpfung und Depressionen verhindern das autonome Handeln und können zu einer sozialen Isolation oder Problemen in der Familie, im Freundeskreis sowie am Arbeitsplatz führen (Vlaeyen & Linton, 2000).

2.1.6 Diagnostik und Messinstrumente

Das Ziel der Diagnostik ist nachzuweisen oder auszuschliessen, ob eine Arthrose vorliegt. Zu der Diagnostik gehören eine Anamnese, klinische Untersuchungen, konventionelle Röntgenbilder und Laboruntersuchungen.

Bei der Anamnese werden die klinischen Zeichen aufgenommen. Diese werden von den Symptomen Schmerz und beeinträchtigte Mobilisation gebildet und sind in den verschiedenen Stadien unterschiedlich vorhanden. Eine klinische Untersuchung umfasst die Bewegungsüberprüfung, den Sicht- und Tastbefund sowie spezielle Funktionsprüfungen (Michael et al., 2010). Mit einer Bewegungsüberprüfung werden der Bewegungsumfang des Kniegelenks mit einem Goniometer und die Dehnfähigkeit der Muskulatur kontrolliert. Bei der Inspektion werden die Haltung und der Gang beurteilt (Felson, 2006). Dies kann in Form des reliablen und validen Timed-up-and-go TEST (TUGT) durchgeführt werden. Dieser Test beinhaltet das Messen der Zeit, welche der Patient benötigt, um von einem Stuhl aufzustehen, 3m zu laufen, umzukehren, zurückzulaufen und sich wieder hinzusetzen (Greene et al., 2010; Schumacher, Pientka & Thiem, 2006). Die Palpation besteht aus dem Abtasten des betroffenen Gelenks, wobei auf Gelenkvergrößerungen und Osteophyten geachtet wird (Rümelin, 2003). Die Banduntersuchung am Knie beinhaltet die Kontrolle der Menisken, Seitenbänder und Kreuzbänder anhand von manuell durchgeführten Tests (Michael et al., 2010).

Es gibt verschiedene Bildgebungsverfahren, nämlich die Röntgenaufnahme, Magnetresonanztomographie, Knochenszintigraphie und Sonographie. Anhand der Röntgenaufnahme lässt sich die klinische Diagnose überprüfen und andere Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen ausschliessen. Sie gibt Auskunft über den Verlauf der Erkrankung, indem die Verschmälerung des Gelenkspalts und Knochenveränderungen sichtbar sind. Dabei kann die in den 1950er Jahre erstellte Skala von Kellgren und Lawrence benützt werden. Diese definiert anhand von 5 Graden, ob auf einem Röntgenbild eine Arthrose vorhanden ist (Felson, Niu, Guermazi, Sack & Aliabadi, 2011; Michael et al., 2010). Bei speziellen Fragestellungen und zum Ausschluss von anderen Erkrankungen können eine Magnetresonanztomographie oder eine Knochenszintigraphie durchgeführt werden. Die

Sonographie ist ein kostengünstiges Verfahren um Sehnen, Muskeln, Weichteilverletzungen oder -veränderungen darzustellen. Eine Laboruntersuchung wird in Einzelfällen zur Abgrenzung von entzündlich-rheumatischen Erkrankungen oder Stoffwechselerkrankungen durchgeführt (Rümelin, 2003; Zacher, Carl, Swoboda & Backhaus, 2007).

Mehrere komplexe Bewertungssysteme wurden für die Beurteilung des Ausmasses der Funktionsbeeinträchtigung des Kniegelenks entwickelt.

Der Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) wurde 1982 von Bellamy Nicholas in Kanada für die Evaluierung von Interventionen für die Kox- und Gonarthrose entwickelt (Bellamy, 2005). Der WOMAC hat sich weltweit als reliables und valides Messinstrument zur Bewertung des Grades der Beeinträchtigung durch Schmerzen und Funktionsverlust durchgesetzt (Michael et al., 2010). Er enthält fünf Fragen zu Schmerzen, zwei Fragen zur Gelenksteife und 17 Fragen zum Funktionsstatus (Zacher & Gursche, 2001). Die Lysholm-Skala wurde 1982 von Lysholm und Gillquist entwickelt und 1985 von Lysholm und Tenger weiterentwickelt (Lysholm & Gillquist, 1982; Tegner & Lysholm, 1985). Die reliable und valide Lysholm-Skala evaluiert die Funktionseinschränkungen aus Sicht des Patienten (Kocher, Steadman, Briggs, Sterett & Hawkins, 2004). Der Fragebogen umfasst acht Bereiche, nämlich die Belastung, Instabilität, Blockierung, Schwellung, Schmerzen, Treppensteigen, Hinken und Hocken. Die Gesamtpunktzahl beträgt 100 Punkte. Eine Punktzahl unter 65 Punkten zählt als schlechtes Ergebnis (Briggs, Kocher, Rodkey & Steadman, 2006).

2.1.7 Prävention und Therapie

Die Gonarthrose gilt trotz den grossen Fortschritten in der Medizin bisher als eine unheilbare Krankheit. Die geeignetste Therapie der Kniegelenksarthrose bildet deren Prophylaxe (Michael et al., 2010). Die präventiv-medizinischen Massnahmen beinhalten das Führen eines gesunden Lebensstils und das Vermeiden oder Reduzieren von Übergewicht. Ein gesunder Lebensstil enthält regelmässige körperliche Bewegung und eine ausgewogene Ernährung (Höher & Enneper, 2003).

Die Arthrose lässt sich jedoch nicht immer verhindern (Rümelin, 2003). Die Behandlung der Gonarthrose richtet sich nach dem Ausmass der Symptome und den Anforderungen des Patienten. Grundlage für die Therapie bildet die Einsicht des Patienten, dass die Arthrose kontinuierlich fortschreitet und nicht heilbar ist (Duchow & Kohn, 2003). Das Primärziel der Behandlung von Arthrose ist das Beheben der chronischen Schmerzen. Darauf folgen eine Verbesserung der Mobilität und die Verzögerung des Fortschreitens der Gelenkdegeneration (Nehrer, 2007; Smith et. al., 2003). Diese Symptome können mit ver-

schiedenen konservativen Massnahmen wie Gewichtsreduktion, Bewegungstraining, isometrischen Übungen, das Verwenden von orthopädischen Hilfsmitteln, physikalische Interventionen sowie mit einer medikamentösen Therapie behandelt werden (Diehl et. al., 2013; Wen, 2000).

Die Bewegungstherapie, auch Kinesiotherapie genannt, wird oft eingesetzt, um den Bewegungsumfang zu verbessern, die Muskulatur zu kräftigen, Bewegungsmuster einzuüben, die Körperwahrnehmung zu verbessern und die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit zu steigern. Die Bewegungstherapie kann zur Vermeidung von Kontrakturen oder falschen Bewegungsmuster, wenn bei schon bestehenden Schmerzen eine Schonhaltung eingenommen wurde, durchgeführt werden. Isometrische Kräftigungsübungen wirken einer Muskelatrophie entgegen. Die Anspannung und die Entspannung der Muskeln erfolgen dabei langsam (Diener & Maier, 1997). Zur Verwendung von orthopädischen Hilfsmitteln gehören Orthesen, Schuheinlagen und Gehhilfen. Orthesen stützen, stabilisieren, führen und korrigieren Gelenke mit Hilfe von flexiblen Bandagen oder Hartrahmenorthesen. Die Schuheinlagen dämpfen mit Hilfe von Pufferabsätzen den Auftritt beim Gehen und mit der Schuhinnenrand- und Aussenranderhöhung wird durch eine Achskorrektur das betroffene Kniegelenkkompartiment entlastet. Die Gehhilfen wie Gehstock oder Rollator eignen sich für die Erhaltung der Mobilität (Greitemann, 2009). Unter den physikalischen Behandlungsmöglichkeiten befinden sich neben der Magnetfeldtherapie und Akupunktur auch pflegerische Interventionen wie die Kälte- und Wärmeapplikation sowie die Elektrotherapie (Diehl et al., 2013). Das Ziel der medikamentösen Behandlung ist die Schmerzlinderung sowie eine aktivierte Arthrose wieder in eine stumme Arthrose zurückzuführen. Zur medikamentösen Behandlung stehen Analgetika, nichtsteroidale Antiphlogistika, Glukokortikoide und „slow acting drugs in osteoarthritis“ zur Verfügung (Felson, 2006; Steinmeyer, 2001). Im Stadium einer fortgeschrittenen Arthrose, bei der bereits einige konservative Therapiemöglichkeiten ohne Erfolg ausprobiert wurden, ist eine operative Behandlungsmethode nötig (Rehart & Lehnert, 2008). Die drei häufigsten operativen Therapiemöglichkeiten sind die Osteotomie, Arthroskopie und das Einsetzen einer Gelenkprothese. Bei der Osteotomie wird die Beinachse korrigiert, indem die überlastete Seite durch eine entsprechende Verlagerung der Belastungsachse von dem gesunden Kompartiment entlastet wird. Die Arthroskopie beinhaltet verschiedene Untersuchungen, wie beispielsweise eine intensive Spülung oder die Entfernung von Meniskus- und Knorpelfetzen. Bei dem Einsetzen der Knieprothese wird das defekte Knie durch eine künstliche Prothese ersetzt. Dies ist der letzte Schritt in der Behandlung der Gonarthrose (Niggli, 2003).

2.2 Schmerz

2.2.1 Definition

„Pain is whatever the experiencing person says it is, existing whenever he says it does“ (McCaffery, 1968 zit. in Wruble, Sloman, Rosen & Rom, 2006, S. 154).

Der Schmerz ist laut der Internationalen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, welches mit einer tatsächlichen oder drohenden Gewebsschädigung verbunden sein kann oder mit Bezeichnungen einer solchen Schädigung definiert wird (IASP Subcommittee on Taxonomy, 1994 zit. in Kröner-Herwig, 2011).

2.2.2 Schmerzentstehung

Schmerzreize können von aussen durch mechanische, chemische oder thermische Reize auf den Körper einwirken oder im Körper selbst durch körpereigene Substanzen ausgelöst werden. Bei einer Verletzung oder Entzündungsreaktion werden körpereigene, schmerzauslösende Stoffe wie Serotonin oder Histamin freigesetzt. Zusätzlich werden Kininen und Prostaglandine abgegeben. Die Freisetzungen dieser Substanzen erregen die Schmerzrezeptoren und erhöhen die Ansprechbarkeit der Schmerzrezeptoren gegenüber äusserlichen Reizen sowie körpereigenen, schmerzauslösenden Substanzen (Thomm, 2012).

Für die Wahrnehmung von Schmerzen sind viele Strukturen des zentralen Nervensystems zuständig. Der Schmerzreiz wird von den freien Nervenendigungen, den sogenannten Nozizeptoren, aufgenommen. Nach dieser Reizung wird der Impuls über zwei verschiedene Arten von Nervenfasern, den A-delta- und C-Fasern, zum Rückenmark gesendet. Die schmerzleitenden Fasern dringen über die Hinterwurzeln der Rückenmarksnerven in das Hinterhorn des Rückenmarks ein. Dort befinden sich die sensiblen Nervenfasern sowie die erste Umschaltstelle, bei der sich die Bahnen kreuzen und gemeinsam die Vorderseitenstrangbahnen des Rückenmarks zum Stammhirn hinauf steigen. An dieser Stelle geht ein Teil zum Thalamus und der andere zur Formatio reticularis. Beim Thalamus zieht ein Teil des Impulses zum limbischen System, welches für den emotionalen Aspekt verantwortlich ist, und der andere Teil zum Hypothalamus weiter. Über den Hypothalamus wird der Impuls weiter zur Hypophyse geleitet und baut die Verbindung zum endokrinen System auf. Ein letzter Teil zieht zu den Arealen der Grosshirnrinde und repräsentiert die Körperfühlsphäre (Neuburger & Schmelz, 2007; Schaible, 2007; Thomm, 2012).

2.2.3 Arten und Ätiologie

Schmerzen können nach ihrer Dauer in akute oder chronische Schmerzen unterteilt werden (Thomm, 2012). Der akute Schmerz ist in Form eines Alarmsystems für das Überle-

ben verantwortlich. Sobald der menschliche Körper verletzt wird, tritt Schmerz auf und verschwindet nach einer kurzen Therapie wieder, sodass kaum eine Erinnerung zurückbleibt (Beck, Martin, Motsch & Esch, 2002). Chronische Schmerzen dauern länger als 6 Monate, können plötzlich oder langsam beginnen, von leichter bis schwerer Intensität sowie andauernd oder wiederkehrend sein (Herdman, 2012). Weiter ist eine Einteilung in maligne und nicht-maligne Schmerzen möglich. Liegt den Schmerzen eine bösartige Gewebsneubildung zugrunde, wird von malignen Schmerzen gesprochen. Werden die Schmerzen von anderen Faktoren verursacht, werden sie nicht-maligne Schmerzen genannt (Menche, 2007). Des Weiteren können Schmerzen in neuropathische oder nozizeptive Schmerzen unterteilt werden. Neuropathische Schmerzen entstehen aus einer pathologischen Reizverarbeitung aufgrund von Nervenschädigungen (Neuburger & Schmelz, 2007). Bei den nozizeptiven Schmerzen werden viszerale und somatische Schmerzen unterschieden. Der viszerale Schmerz wird durch Spasmen der glatten Muskulatur, Dehnungen der Hohlorgane, Durchblutungsstörungen oder Entzündungen der inneren Organe ausgelöst. Somatische Schmerzen können in einen Oberflächenschmerz, der in der Haut entsteht, oder in einen Tiefenschmerz, welcher der Ursprung in Muskeln, Knochen, Gelenken oder Bindegewebe hat, eingeteilt werden. Die Schmerzen der Arthrose lassen sich den chronisch nicht-malignen Schmerzen in Form des Tiefenschmerzes zuordnen (Menche, 2007).

2.2.4 Schmerzmerkmale und Symptome

Der Schmerz ist zu Beginn der Gonarthrose wellenförmig und lässt sich auf auslösende Belastungsfaktoren zurückführen (Reichenbach, 2010). Zudem tritt er häufig in Form von Einlauf- oder Anlaufschmerzen auf (Räuchle et al., 2012). Im späteren Verlauf kann sich ein chronischer dumpfer Schmerz einstellen (Reichenbach, 2010). Dieser kann sich zu einem konstanten Ruhe- und Nachtschmerz entwickeln (Madry & Kohn, 2004). Im Spätstadium können ohne Vorwarnung akute Schmerzepisoden auftreten. Ein weiteres Merkmal ist der Einfluss der Bewegung auf die Schmerzen. Bei der Arthrose steigt der Schmerz zu Beginn oder unmittelbar nach der Belastung an. Nach der Entlastung werden die Schmerzen zuerst verstärkt wahrgenommen, danach klingen sie wieder ab (Reichenbach, 2010). Zu den allgemeinen sichtbaren Zeichen von Schmerzen gehören die Mimik und Gestik, Stimme, Stimmung, Schlafprobleme, Appetitlosigkeit und physiologische Symptome. Bei Mimik und Gestik sind der Muskeltonus angespannt, die Augen zusammengekniffen und die Zähne zusammengepresst. Die Stimme sowie die Geschwindigkeit beim Sprechen sind erhöht. Zur Stimmung zählen ein besorgtes Aussehen, Weinen und Stimmungsschwankungen. Physiologisch zeigen sich Symptome wie Schwitzen, Übelkeit oder Blässe. Die Atemfrequenz, der Blutdruck und der Puls können erhöht sein (Carr, 2002).

2.2.5 Schmerzintensität und Schmerzdimensionen

Die Schmerzschwelle wird definiert als der Moment, in dem der Impuls als Schmerz wahrgenommen wird (Menche, 2007). Die Schmerztoleranz gibt Auskunft über die Dauer und Stärke von Schmerzen, die ein Mensch ertragen kann. Die Schmerzintensität wird von psychosozialen Faktoren wie der erlernten Haltung zu Schmerz, der Bedeutung oder durch individuelle Erfahrungen beeinflusst und führt zu einer subjektiven Schmerzempfindung (Thomm, 2012). Der chronische Schmerz ist also ein bio-psycho-soziales Phänomen (Niggli, 2003). Das Schmerzkonzept des totalen Schmerzes beschreibt, dass physische, psychische, soziale, emotionale und spirituelle Elemente der Schmerzempfindung beachtet werden müssen (Clark, 2000). Wird diese Multidimensionalität nicht beachtet, können Schmerzen nicht behandelt werden. Isolation, Traurigkeit, Schlaflosigkeit, Angst und Sorgen können zu einer tieferen Schmerzschwelle führen (Thomm, 2012). Sicherheit, Hoffnung, Zuwendung und Selbstbestimmung können hingegen schmerzlindernd wirken (Menche, 2007).

2.2.6 Folgen chronischer Schmerzen

Chronische Schmerzen können mit subjektiven Empfindungen wie Angst, Hoffnungslosigkeit und Hilflosigkeit verknüpft sein (Glier, 2010). Auch können soziopsychosomatische Störungen wie Schlaf- und Appetitstörungen, eine erhöhte Reizbarkeit und eine verminderte Libido auftreten (Müller-Mundt, 2005; Vlaeyen & Linton, 2000). Aufgrund eines Schonverhaltens können sich eine Verminderung von Aktivitäten und eine soziale Isolation entwickeln. Zusätzlich bestehen die Gefahren von Medikamentenmissbrauch und vermehrte, erfolglose Inanspruchnahmen von medizinischen Diensten (Glier, 2010).

Des Weiteren kann sich das Krankheitssymptom Schmerz aufgrund der Chronifizierung zu einer eigenen Krankheit entwickeln (Müller-Mundt, 2005). Die Chronifizierung von Schmerzen beschreibt einen Prozess, bei dem die Schmerzen im Laufe der Erkrankung stärker und hartnäckiger werden, obwohl dies nicht durch die körperliche Krankheit erklärt werden kann (Zimmermann, 2004). Bei der Schmerzwahrnehmung fließen frühere Erinnerungen mit ein und können die Reizinterpretation und das gesteuerte Verhalten beeinflussen (Junker & Nolte, 2005).

2.2.7 Schmerzerfassung, Messinstrumente und Schmerzdokumentation

Das pflegerische Schmerzmanagement beginnt bei der Schmerzerkennung (Menche, 2007). Die chronischen Schmerzen werden von der Subjektivität der Schmerzerfahrung beeinflusst und lassen sich nicht direkt messen, sondern können nur durch indirekte Indikatoren erfasst werden. Die indirekten Indikatoren lassen sich in drei Reaktionen unterteilen, nämlich in das subjektive Erleben, das beobachtbare Verhalten und die physiologi-

schen Prozesse (Denecke & Hünseler, 2000). Um Informationen über das subjektive Erleben zu erhalten, sind die Pflegefachpersonen auf die Mitteilungen des Patienten angewiesen (Menche, 2007; Nickel & Raspe, 2001). Diese Angaben können mit Hilfe von Messskalen oder Fragebögen für die Selbstbeschreibung erhoben werden (Carr, 2002). Dabei werden zwei Arten von Messinstrumenten unterschieden, nämlich die eindimensionalen und die mehrdimensionalen Schmerzeinschätzungsinstrumente. Die eindimensionalen Skalen erfassen die Schmerzintensität, während mehrdimensionale Erfassungsinstrumente die Beschreibung des Patienten und Auswirkungen auf die körperlichen, emotionalen und sozialen Bereiche mit einbeziehen. Bei der Schmerzbeurteilung müssen andere Faktoren wie beispielsweise eine kognitive Beeinträchtigung oder Demenz berücksichtigt werden, indem spezielle Erfassungsinstrumente wie die Gesichterskala benützt werden (Breivik et al., 2008).

Die Visuelle Analogskala und die Numerische Skala sind eindimensionale Skalen um die Schmerzintensität zu erfassen. Die visuelle Analogskala (VAS) ist ein valides und reliables Messinstrument zur Erfassung von subjektiven Empfindungen (Schomacher, 2008). Erstmals wurde sie von Hayes und Paterson im Jahre 1921 angewendet (Aitken, 1969). Auf der VAS ist eine 10cm lange, horizontale Linie sichtbar, die von keinen Schmerzen bis zu unerträglichen Schmerzen reicht. Die Aufgabe des Patienten ist, seinen Schmerz auf der Linie mit einem Punkt anzugeben. Die Pflegefachperson misst den Abstand zwischen keinen Schmerzen und dem gekennzeichneten Punkt des Patienten. Der erhaltene Schmerz-Score wird dokumentiert, damit zu einem späteren Zeitpunkt ein Vergleichswert vorhanden ist. Der Vorteil dieser Erfassungsmethode bildet die einfache Anwendung und das schnelle Ergebnis. Der Nachteil ist, dass sich nur die Intensität messen lässt und einige Patienten beispielsweise nach einer Operation oder aufgrund von kognitiven Beeinträchtigungen die Aufgabe nicht verstehen können (Carr, 2002). Die numerische Rangskala (NRS) ist valide und reliabel (Ferreira-Valente, Pais-Ribeiro & Jensen, 2011). Bei der NRS kann der Patient seine Schmerzintensität mit den Zahlen 0 bis 10 bewerten, wobei 0 für keine Schmerzen und 10 für unerträgliche Schmerzen stehen. Dieses Erfassungsinstrument kann in Papierversion oder in verbaler Form benützt werden. Diese Skala ist unkompliziert und dient der Dokumentation des Schmerzverlaufes (Menche, 2007). Jedoch ist die klinische Bedeutung von der Addition oder Subtraktion von einem Punkt schwierig zu bewerten (Farrar, Young, LaMoreaux, Werth & Poole, 2001).

Mehrdimensionale Schmerzerfassungsinstrumente können in Form von einem Schmerztagebuch oder einem Fragebogen wie beispielsweise der McGill-Pain-Questionnaire, benützt werden (Breivik et al., 2008). Ein Schmerztagebuch dient dem Patienten für einen bewussten Umgang mit seinen Schmerzen und der Informationssammlung für eine optimale Therapie. Im Schmerztagebuch werden die Schmerzintensität, schmerzlindernde

und -fördernde Faktoren sowie die eingenommenen Medikamente dokumentiert (Menche, 2007). Der McGill-Pain-Questionnaire ist ein reliables und valides Messinstrument, welches sensorische, affektiv-emotionale, evaluative und zeitliche Aspekte des Schmerzes bewertet. Die Kurzform des Fragebogens enthält 11 sensorische und vier affektive Beschreibungen für den Schmerz. Der Patient wird gebeten, seinen Schmerz dem jeweilig passenden Wort zuzuordnen. Da jedes Wort einen Punktwert besitzt, kann ein Schmerzscore berechnet werden (Breivik et al., 2008). Auch in Instrumenten, welche die Lebensqualität erfassen, ist der Schmerz eine wichtige Komponente wie beispielsweise bei dem validen und reliablen SF-36 Fragebogen. Dieser erfasst anhand von acht Dimensionen nicht nur klinische und physiologische Faktoren, sondern bezieht die Sichtweise der Patienten und die Konsequenzen von der Therapie mit ein (Müller, Franke, Schuck & Resch, 2001). Das Nottingham Health Profile (NHP) ist ein Instrument zur Patientenselbstbeurteilung der subjektiven Gesundheit. Das NHP besteht aus 38 Einzelfragen und deckt sechs Dimensionen der subjektiven Gesundheit ab. Der NHP gilt als valide und reliabel (Kohlmann, Bullinger & Kirchberger-Blumstein, 1997).

Die Aufgaben der Pflegefachperson im Schmerzmanagement sind nicht nur das Erkennen und Einschätzen von den Schmerzen, sondern auch die Schmerzdokumentation (Menche, 2007). Die durch die Erfassungsinstrumente gewonnenen Informationen ermöglichen es, die Effektivität schmerzdiagnostischer und –therapeutischer Verfahren zu überprüfen. Somit kann die Pflegequalität gesichert werden (Thomm, 2012).

2.2.8 Körpereigene Schmerzhemmung und Therapie

Endorphine sind die wichtigsten körpereigene schmerzlindernde Stoffe. Sie bezeichnen ein Morphin, welches vom menschlichen Körper eigenständig produziert wird. Sie sind in der Hypophyse im Gehirn, im Rückenmark und in den peripheren Organen vorhanden. Bei einem Trauma oder in einer Stresssituation werden Endorphine ausgeschüttet und die Schmerzwahrnehmung wird getrübt. Die Erhöhung der Endorphinkonzentration erklärt die Wirkung von verschiedenen Therapieverfahren (Thomm, 2012).

Eine weitere Theorie zur Erklärung von einem körpereigenen Mechanismus bildet die Gate-Control Theorie von Melzack und Wall (Carr, 2002). Die Theorie beschreibt einen neuronalen Mechanismus im Rückenmark, der wie ein Tor funktioniert (Menche, 2007). Bei einer Gewebsschädigung werden nozizeptive Impulse über unmyelinisierte C-Fasern und myelinisierte A-delta-Fasern zum Hinterhorn des Rückenmarks geleitet. Wird das Tor durch keine hemmenden Impulse des Gehirns geschlossen, werden die Impulse zur Hirnrinde weitergeleitet und der Schmerz wird wahrgenommen. Die Schmerzwahrnehmung kann durch Angst und Aufregung verstärkt oder anhand von Ablenkung, Entspannung und Biofeedbacks vermindert werden. Zusätzlich führt eine Aktivierung der A-Beta-Fasern,

beispielsweise durch Reibung oder transkutane elektrische Nervenstimulation, zu einer Schliessung des Tors, da diese Impulse schneller weitergeleitet werden und somit den Schmerzimpulsen auf den unmyelinisierten C-Fasern den Weg versperren (Carr, 2002; Dickenson, 2002).

Die Weltgesundheitsorganisation erstellte ein Stufenschema zur medikamentösen Behandlung von Schmerzen. Ursprünglich wurde dieses Schema zur Behandlung von Tumorschmerzen entwickelt, heute wird es jedoch zunehmend für chronische Schmerzen mit anderen Ursachen benützt. Auf der ersten Stufe befinden sich die Nicht-Opioid-Analgetika. Reichen diese Medikamente nicht aus, um die Schmerzen zu lindern, werden zusätzlich schwache Opioid-Analgetika der zweiten Stufe verabreicht. Auf der dritten Stufe sind die starken Opioid-Analgetika aufgeführt. Alle Stufen können mit einem Co-Analgetika ergänzt werden. Die zweite und dritte WHO Stufe werden jeweils mit einem Medikament der ersten WHO-Stufe verabreicht (Menche, 2007).

Zu den Nicht-Opioid-Analgetika zählen die nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR), die nichtsauren antipyretischen Analgetika und die Cox-2-Inhibitoren. Die häufigsten Nebenwirkungen dieser Medikamente sind gastrointestinale funktionelle Störungen, Blutungen sowie Nieren- und Leberschädigungen (Junker & Nolte, 2005).

Zu den schwachen Opioid-Analgetika gehören Opioide, die nicht der Betäubungsmittelverordnung unterliegen. Sie eignen sich zur Ersteinstellung einer Opioidtherapie. Der Nachteil dieser Medikamente ist die Dosisobergrenze. Die starken Opioid-Analgetika der dritten WHO-Stufe sind bei starken Schmerzen unerlässlich. Der Dosierungsspielraum ist unbegrenzt. Jedoch unterliegen diese Medikamente den Vorurteilen und der Betäubungsmittelverordnung. Opioide der WHO-Stufe zwei und drei haben Nebenwirkungen wie Nausea, Emesis, Obstipation, Sedierung, Pruritus, Verwirrung und Konzentrationsstörungen (Junker & Nolte, 2005).

Ein Co-Analgetikum wird zur Unterstützung von einem Analgetikum verabreicht. Zu dieser Gruppe gehören beispielsweise Psychopharmaka, Antiepileptika oder auch die Glukokortikosteroide. Intraartikuläre Glukokortikoidinjektionen wirken antiinflammatorisch und werden bei entzündlichen und degenerativen Gelenkerkrankungen eingesetzt. Zu den unerwünschten Wirkungen zählen Stammfettsucht, Elektrolytstörungen, Steroiddiabetes, Osteoporose sowie Muskelschwächen (Beck et al., 2002). Die medikamentöse Therapie ist am effektivsten, wenn sie in Kombination mit einer nichtmedikamentösen Therapie durchgeführt wird (Steinmeyer, 2001).

Viele komplementäre Schmerzbehandlungsmethoden können direkt auf die Schmerzstärke wirken oder verbessern das Wohlbefinden des Patienten (Menche, 2007). Die komplementären Behandlungsmethoden sind wichtig, da sie helfen können, wo andere The-

rapien scheiterten (Carr, 2002). Der Begriff Komplementärmedizin umfasst alle Methoden die ergänzend zur konventionellen oder Schulmedizin durchgeführt werden. Zu den komplementären Behandlungsmethoden zählen mehr als 300 verschiedene Verfahren (Huber & Michalsen, 2014). Zu den häufigsten komplementären Behandlungsmethoden zählen, Akupunktur, Akupressur, Kälte und Wärme Therapie, Massage, progressive Muskelentspannung und die Elektrotherapie (Johnson et al., 2012).

Die Akupunktur ist eine sehr alte Methode aus China. Das Ziel der Akupunkturbehandlung ist, durch eine gezielte Auswahl von Akupunkturpunkten und deren Stimulation eine bestimmte Körperreaktion zu verursachen. Durch ein Gleichgewicht von Yin und Yang kann eine Schmerzlinderung erzeugt werden. Akupunkturpunkte sind Stellen über die gezielt auf die Lebens- und Körperenergie Einfluss genommen werden kann (Junker & Nolte, 2005).

Um Elektroakupunktur handelt es sich, wenn Strom über die liegenden Akupunkturnadeln appliziert wird. Diese Behandlungsmethode wurde in China vor allem für die Akupunkturanalgesie eingesetzt (Standl & Treede, 2010).

Die Akupressur ist eine Methode, die gleich wie die Akupunktur funktioniert, jedoch ohne Nadeln. Mit den Fingern oder der Hand wird entlang der Energiebahnen Druck ausgeübt, wobei möglicherweise Endorphine freigesetzt werden und somit eine Schmerzlinderung bewirkt wird (Smith, Collins, Crowther & Levett, 2011).

Bei der Wärmebehandlung wird die Temperatur erhöht, die Gefäße erweitern sich und die Durchblutung sowie der Stoffwechsel werden angeregt. Sie wird bei Schmerzen appliziert (Nadler, Weingand & Kruse, 2004).

Die Kältetherapie, auch Kryotherapie genannt, wird zur Therapie von akuten Verletzungen, chronischen Schmerzen, Muskelkrämpfen und Entzündungen angewendet. Bei der Kryotherapie wird der Blutfluss vermindert, indem eine Vasokonstriktion stattfindet (Nadler et al., 2004).

Bei der Massage werden entkrampfende, reflexanregende und durchblutungsfördernde Massagegriffe angewendet um Schmerzen, welche in der Muskulatur oder in inneren Organen lokalisiert sind, zu lindern. Zudem werden laut der Gate-Control-Theorie die A-beta-Fasern stimuliert und dies führt zu einer Schmerzlinderung (Wicker, 2009).

Die progressive Muskelentspannung ist eine Technik, bei der die Person bewusst zuerst Muskeln anspannt und danach wieder entspannt. Mit dieser Methode wird Stress abgebaut und die Schmerzempfindung vermindert (Field, 2009).

Bei der Ultraschalltherapie wird elektrisch erzeugte Energie von einem Schallkopf auf den Körper übertragen. Aufgrund einer mechanischen und thermischen Wirkung kommt es zur Durchblutungsförderung, Schmerzlinderung, Muskelentspannung und Stoffwechselerbesserung (Bischoff, Heisel & Locher, 2007).

Die Kurzwellendiathermie kann in Form der Kondensatorfeldmethode oder Spulenfeldmethode durchgeführt werden. Dadurch entsteht eine Überwärmung, welche analgetisch wirken kann. Indikatoren für diese Methoden sind degenerative Gelenk- und Wirbelsäulenerkrankungen. Eine Voraussetzung ist ein intaktes Wärmeempfinden des Empfängers (Bischoff et al., 2007).

Beim Interferenzstromverfahren werden dem Körper gleichzeitig zwei mittelfrequente Wechselströme konstanter Intensität verabreicht, die sich in ihrer Frequenz leicht unterscheiden. Im Körperinneren vermischen sich die beiden Ströme. Dadurch entstehen verschiedene Reize, wie beispielsweise eine Schmerzlinderung (Vogelmann, 2013).

2.3 Transkutane elektrische Nervenstimulation

2.3.1 Definition und Hintergrund

Die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) ist eine Schmerzbehandlungsmethode, bei der über Elektroden ein milder elektrischer Reiz auf kutane Nervenfasern appliziert wird (Schnitzler & Classen, 2012).

Bereits bei den alten Ägyptern und den Römern wurde die Elektrizität von Fischen benutzt, um Krankheiten zu behandeln (Jones & Johnson, 2009). Die Methode geriet jedoch aufgrund der Entwicklung von Analgetika in Vergessenheit (Porthmann, 2003). Den Durchbruch erlangte die TENS durch die Gate-Control-Theorie von Melzack und Wall im Jahr 1965 sowie den Artikel von Wall und Sweet über erfolgreiche Schmerztherapie mit Hilfe hochfrequenter elektrischer Nervenstimulation (Beck et al., 2002). Weitere Anerkennung bekam die Schmerzbehandlungsmethode in den 70er-Jahren durch die Entwicklung handlicher Taschenstimulatoren und in den 80er-Jahren aufgrund der Bestätigung als Krankenkassenleistung (Thomm, 2012).

2.3.2 Wirkungsweise, Stimulationsparameter und Stimulationsformen

Die Wirkungsweise der TENS bezieht sich auf vier Hypothesen. Durch die Stimulation von Aβ-Fasern wird die Übertragung von Schmerzimpulsen im Hinterhorn des Rückenmarks und in den Zentralnervensystemstrukturen gehemmt. Zusätzlich werden körpereigene Endorphine freigesetzt und die lokale sowie regionale Durchblutung gesteigert. Darüber hinaus wird die axonale Nervenzellmembran durch eine Membrandepolarisation blockiert (Junker & Nolte, 2005; Sluka & Walsh, 2003).

Um die Behandlung möglichst effektiv nutzen zu können, sind bei den meisten TENS-Geräten verschiedene Stimulationsparameter einstellbar (Junker & Nolte, 2005). Dabei können die Impulsfrequenz, Impulsbreite und Impulsintensität variiert werden. Die Dauer

der Anwendung kann von 30 Minuten mehrfach täglich bis zu einer kontinuierlichen Stimulation reichen (Schnitzler & Classen, 2012). Die Frequenz gibt Auskunft über die Anzahl elektrischer Impulse pro Sekunde. Sie kann von 1 – 1250Hz reichen, wobei eine Frequenz über 100Hz keine Verbesserung der therapeutischen Effektivität bringt, sondern eher die rasche Ermüdung der Fasererregbarkeit begünstigt (Junker & Nolte, 2005). Die Impulsbreite gibt die Dauer des elektrischen Impulses an. Sie kann von 100 – 250 Mikroskunden reichen. Die Impulsbreite zusammen mit der Impulsintensität entscheiden, welches Faserspektrum erregt wird. Je kürzer die Impulsbreite desto höher muss die Impulsintensität sein (Porthmann, 2003). Die Impulsintensität, auch Stromstärke oder Amplitude genannt, kann von 1-60 Milliampere variieren. Die wirksamste Stimulation wird mit hoher, für den Patienten gerade noch erträglicher Intensität erreicht (Junker & Nolte, 2005).

Für die Behandlung mit TENS stehen unterschiedliche Stimulationsformen zu Verfügung, nämlich die hochfrequente, konventionelle (>50Hz), die niederfrequente, akupunkturartige (<10Hz) oder die Burst-akupunkturähnliche Stimulation (Schnitzler & Classen, 2012). Die konventionelle TENS wird mit einer Frequenz von 80 – 100Hz durchgeführt (Beck et al., 2002). Dabei wird eine niedrige Intensität gewählt (Schnitzler & Classen, 2012). Die Schmerzlinderung tritt schnell ein und die Wirkung der TENS hält nach Behandlungsende etwa 5 – 15 Minuten an (Junker & Nolte, 2005). Der Wirkmechanismus der konventionellen TENS soll auf der Gate-Control-Theorie beruhen. Dabei werden A β -Fasern stimuliert und die nozizeptive Übertragung im Rückenmark blockiert (Schnitzler & Classen, 2012). Die niederfrequente TENS wird mit Frequenzen zwischen 1 – 4 Hz durchgeführt (Thomm, 2012). Da die niederfrequente TENS typischerweise mit einer hohen Intensität durchgeführt wird, können schmerzhafte Muskelkontraktionen verursacht werden (Schnitzler & Classen, 2012). Bei der niederfrequenten TENS werden vermehrt Enkephaline freigesetzt, um die nozizeptive Information aus der Peripherie zu blockieren (Porthmann, 2003). Bei der akupunkturähnlichen TENS werden niedrige Stimulationsfrequenzen 1 - 4Hz mit hoher innerer Impulsfrequenz 50 – 100 Hz abgewechselt. Sie bildet somit eine Kombination von hochfrequenten und niederfrequenten Stimulationsformen (Thomm, 2012). Die Linderung der Schmerzen kann nach 20 – 60 Minuten eintreten und bis zu 12 Stunden nach Behandlungsende anhalten (Junker & Nolte, 2005).

2.3.3 Elektrodenarten und Elektrodenplatzierungen

Zur Übertragung von elektrischen Impulsen auf und durch die Haut können verschiedene Elektrodenarten verwendet werden, wie die Gummielektroden oder die selbsthaftenden Oberflächenelektroden. Die Gummielektroden werden hautseitig mit Leitgel versehen, bevor sie mit einem Pflaster auf der Haut fixiert werden (Thomm, 2012). Gummielektroden

eignen sich besonders gut, da sie einen gewissen inneren Widerstand besitzen und somit den Strom gleichmässiger auf die Elektrodenoberfläche verteilen (Porthmann, 2003). Selbsthaftende Oberflächenelektroden sind einfach in der Handhabung als Gummielektroden und weisen eine sehr gute Hautverträglichkeit auf (Junker & Nolte, 2005). Sie eignen sich optimal für die Langzeitstimulation zu Hause (Thomm, 2012).

Die Platzierung der Elektroden kann auf verschiedene Weise erfolgen. Die gebräuchlichsten Klebetechniken sind lokal um den Schmerz herum, im Verlauf der Schmerzausstrahlung oder auf Akupunkturpunkten. Akupunkturpunkte sind Stellen über die gezielt auf die Lebens- und Körperenergie Einfluss genommen werden kann (Junker & Nolte, 2005).

2.3.4 Anwendung von TENS

Die transkutane elektrische Nervenstimulation gehört zu den physikalischen Behandlungsmöglichkeiten (Diehl et al., 2013). Sie wird häufig von der Physiotherapie ausgeführt, ist jedoch auch eine Pflegeintervention. Nach einer Schulung dürfen Pflegende diese Methode unter ärztlicher Verordnung selbstständig ausführen. Für den pflegerischen Aufwand bei dieser Behandlungsmethode werden 16-30 Minuten gerechnet (Bulechek et al., 2013). Zu Beginn wird eine Schmerzanamnese durchgeführt. Danach werden die Elektroden platziert und die Stimulationsform ausgewählt, indem getestet wird, bei welcher Stimulationsform eine Schmerzlinderung auftritt. In der Regel ist die konventionelle Stimulation die erste Wahl. Nach einem Erfolg folgt die spezifische Aufklärung über das TENS-Gerät. Die Empfindung der Stromstärke sollte über der Empfindungsschwelle, jedoch unter der Schmerzschwelle sein. Ist kein Erfolg eingetreten, wird die akupunkturähnliche TENS angewendet. Dabei sind sichtbare Muskelkontraktionen und das Verspüren eines Pochens normal (Thomm, 2012). Für die ambulante Anwendung gibt es kleine, tragbare Taschengерäte, die durch Batterien oder Akkumulatoren betrieben werden. Frequenz, Impulsbreite und Impulsintensität können mit Einstellknöpfen geregelt werden (Beck et al., 2002).

2.3.5 Indikationen, Kontraindikationen und unerwünschte Wirkungen

Die TENS besitzt ein weites Anwendungsspektrum, ist effektiv und wirtschaftlich. Die Methode kann den Analgetikaverbrauch senken und über Monate und Jahre gefahrlos angewendet werden. Die TENS fördert die Compliance, da sie selbstständig durchgeführt werden kann und wirkt somit positiv auf das Wohlbefinden. Die TENS ist indiziert bei chronischen und postoperativen Schmerzen, Kopf- und Gesichtsschmerzen, Schmerzen des Bewegungsapparates, chronischen Ulzera sowie bei Nervenverletzungen (Jones & Johnson, 2009; Thomm, 2012).

Schwerwiegende unerwünschte Folgen von TENS sind selten. Gelegentlich treten leichte Hautirritationen aufgrund von allergischen Reaktionen auf die Elektroden auf. Bei falscher Anwendung kann es auch zu milden Verbrennungen kommen. Die TENS darf bei Blutungsstörungen, Herzschrittmachern oder sonstigen Metallimplantaten, Epilepsie und Schwangerschaft nicht angewendet werden (Jones & Johnson, 2009).

3. Methodenbeschreibung

3.1 Forschungsdesign

Zur Beantwortung der Forschungsfrage bezüglich der Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose wurde eine systematische Literaturübersicht gemacht. Eine systematische Literaturübersicht bietet einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand (Behrens & Langer, 2004). Eine klare Fragestellung wird formuliert und die relevante Literatur nach expliziten Kriterien durchsucht sowie kritisch analysiert. Das Ziel einer systematischen Literaturübersicht ist, die evidenzbasierte Pflege zu gewährleisten (Kranke, Göckeritz & Eberhart, 2002). Das pflegerische Handeln und die Qualität der Pflege können nur verbessert werden, wenn Forschungsarbeiten in die Praxis integriert werden (Mayer, 2007).

Die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden Arbeit wurde mittels einer systematischen Literatursuche über einen längeren Zeitraum in mehreren pflegerelevanten Datenbanken erhöht. Weiter wurden die Studien mit einer systematischen Suchstrategie und festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt. Zusätzlich wurde das Vorgehen bei der Datensammlung, Datenauswahl und Datenanalyse dicht beschrieben, um den Prozess nachvollziehbarer zu machen. Die Autorin hat durch professionelle Unterstützung von der Begleitperson sowie von Mitstudierenden laufend Feedbacks erhalten, welche sie berücksichtigt und umgesetzt hat. Der Evidenzgrad und die Qualität wurden mit geeigneten Instrumenten eingeschätzt. Aufgrund der Verwendung von veröffentlichter Literatur war keine informierte Zustimmung der Teilnehmer oder eine Überprüfung durch die Ethikkommission notwendig.

3.2 Datensammlung

Die Datensammlung wurde von Juli bis November 2013 in Cumulative index to nursing and allied health literature (Cinahl), The Cochrane Library (Cochrane) und Public Medline (PubMed) durchgeführt. In den drei pflegerelevanten Datenbanken wurde systematisch anhand von Meshbegriffen oder Medical Headings mit den Begriffen „Electric Stimulation“, „Transcutaneous Electric Nerve Stimulation“, „Osteoarthritis“, „Osteoarthritis, Knee“, „Pain“ und „Analgesics“ gesucht. Die Suchbegriffe wurden anschliessend mit den Operatoren OR oder AND kombiniert. Die detaillierte Suchstrategie ist in Tabelle 1 angegeben. Die Suchergebnisse der jeweiligen Datenbanken sind im Anhang ersichtlich.

	Cochrane, Pubmed	Cinahl
#1	Electric Stimulation [Mesh]	Electric Stimulation [MH]
#2	Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [Mesh]	Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [MH]
#3	Osteoarthritis [Mesh]	Osteoarthritis [MH]
#4	Osteoarthritis, Knee [Mesh]	Osteoarthritis, Knee [MH]
#5	Pain [Mesh]	Pain [MH]
#6	Analgesics [Mesh]	Analgesics [MH]
#7	#1 OR #2	#1 OR #2
#8	#3 OR #4	#3 OR #4
#9	#5 OR #6	#5 OR #6
#10	#7 AND #8 AND #9	#7 AND #8 AND #9

Tabelle 1: Suchstrategie mit den Datenbanken und Suchbegriffen

3.3 Datenauswahl

Die Auswahl der Studien erfolgte anhand zuvor definierten Ein- und Ausschlusskriterien. Eingeschlossen wurden alle Interventions- und Vergleichsstudien mit RCT Design, die zwischen 1998 und 2013 in englischer, französischer oder deutscher Sprache erschienen sind. In den Studien musste eine Gruppe ausschliesslich die konventionelle, akupunkturartige oder akupunkturähnliche TENS zusätzlich zur Standardtherapie anwenden. Vergleichsstudien wurden nur eingeschlossen, wenn ein Vergleich mit anderen physikalischen Therapien durchgeführt wurde.

Ausgeschlossen wurden Studien, die sich nicht auf Schmerzen bezogen oder in denen die Studienteilnehmer an keiner Gonarthrose litten. Treffer, bei denen der Titel und/oder das Abstract keine Auskunft über die Applikation von TENS gaben, wurden nicht berücksichtigt. Die ein- und ausgeschlossenen Studien sind im Anhang aufgelistet.

3.4 Datenanalyse

Die ausgewählten Studien wurden heruntergeladen, mehrfach kritisch gelesen und in einer Tabelle mit Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung / Verblindung, Ethik, Intervention, Outcomes / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse, Ergebnisse, Diskussion / Schlussfolgerung und Evidenzgrad zusammengefasst. Der Evidenzgrad wurde systematisch nach Rosswurm und Larrabee (1999) eingeschätzt (zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674).

Die Qualität der Studien wurde anhand des Kriteriums Glaubwürdigkeit mit dem Bogen „Beurteilung einer Interventionsstudie“ von Behrens und Langer (2004) eingeschätzt. Die

Autorin passte den Bogen an, indem sie die Fragen umformulierte und für die Antworten eine Skala mit „Ja“ oder „Nein / Unklar“ hinzufügte. Für das letzte Kriterium, welches beinhaltet, ob die Ergebnisse mit anderen Untersuchungen im Einklang stehen, wurde eine Skala mit „Ja“, „Nein“ und „Teilweise“ benützt.

Der Bogen erfasste die Rekrutierung der Teilnehmer, welche adäquat war, wenn sie nach Zufallsstichprobe oder angepassten Ein- und Ausschlusskriterien durchgeführt wurde. Die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe erfolgte adäquat, wenn sie mit verdeckter Zuteilung per Telefon, Internet oder einem versiegelten, blickdichten Briefumschlag stattfand. Auch die Randomisierung wurde kontrolliert. Diese galt als adäquat, wenn sie durch computergenerierte Zufallszahlen, Zahlentabellen oder Blockrandomisierung erfolgte. Des Weiteren wurde bewertet, ob der Therapeut, die Studienteilnehmer und/oder Untersucher verblindet wurden. Zusätzlich wurde anhand eines Follow-ups über 80 Prozent oder einer begründeten Ausfallquote geschaut, ob die Teilnehmer, die zu Beginn der Studie teilgenommen haben, die Studie auch abschlossen. Ein weiteres Kriterium prüfte, ob die Untersuchungsgruppen zu Beginn in Bezug auf klinische und demographische Daten ähnlich waren. Weiter wurde ermittelt, ob alle Untersuchungsgruppen, abgesehen von der Intervention, gleich behandelt wurden. Ebenfalls wurde überprüft, ob alle Teilnehmer in der zu Beginn zugeteilten Gruppe bewertet wurden, indem bei einem beschriebenen Wechsel eines Teilnehmers in eine andere Untersuchungsgruppe eine Intention-to-Treat Analyse durchgeführt wurde. Zusätzlich wurde kontrolliert, ob eine Poweranalyse durchgeführt wurde, damit die Grösse der Stichproben bewertet werden konnte. Zum Schluss wurde evaluiert, ob die Ergebnisse mit den bisherigen Forschungsergebnissen auf dem Gebiet übereinstimmten.

Wenn acht bis zehn Kriterien des angepassten Qualitätsbeurteilungsbogens mit „Ja“ beantwortet werden konnten, entspricht dies einer hohen Studienqualität. Wurden fünf bis sieben Kriterien mit „Ja“ beantwortet, wird von einer mittleren Studienqualität gesprochen. Wurden weniger als fünf Kriterien mit „Ja“ beantwortet, besteht eine tiefe Studienqualität. Das Modell zur Einschätzung des Evidenzgrades und der angepasste Qualitätsbeurteilungsbogen sind im Anhang angefügt.

4. Ergebnisse

4.1 Suchergebnisse

In der vorliegenden systematischen Literaturübersicht wurden durch die definierten Ein- und Ausschlusskriterien 108 von 116 Studien ausgeschlossen. Somit blieben 8 Studien zur Analyse. Die Ergebnisse der analysierten Studien werden entsprechend den Erscheinungsjahren aufgelistet. Die detaillierte Datenauswahl ist in der unterstehenden Tabelle dargestellt.

Anzahl von totalen Treffern in allen Datenbanken	116
Befund ist keine Interventions- oder Vergleichsstudie in RCT Design	23
In Studie führt keine Gruppe ausschliesslich konventionelle, akupunkturartige oder akupunkturähnliche TENS zusätzlich zur Standardtherapie durch	11
Studien sind nicht zwischen 1998 und 2013 erschienen	16
Studie wurde nicht in englischer, französischer oder deutscher Sprache verfasst	4
Studie bezieht sich nicht auf Schmerzen	2
Teilnehmer litten nicht unter Gonarthrose	5
Titel und/oder Abstract geben keine Auskunft über die Applikation von TENS	12
Vergleichsstudie, in der TENS nicht mit anderer physikalischer Therapie verglichen wird	2
Total	75
Doppelbefunde (Studien, die mehrfach aufgelistet wurden)	33
Anzahl von ausgeschlossenen Studien	108
Studien zur Analyse	8

Tabelle 2: Datenauswahl

4.2 Merkmale der analysierten Studien

Alle analysierten Studien untersuchten die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose. Genauere Angaben über diese Studien sind in der Tabelle 3 zu entnehmen.

Autoren, Erscheinungsjahr	Design, Evidenzgrad, Ethik	Sprache/ Herkunft	Stichprobe	Untersuchte Variablen/ Messinstrument
Atamaz et al. (2012)	RCT 1b informierte Zustimmung, Ethikkommission	Englisch, Türkei	203 Teilnehmer 167♀ & 36♂	Schmerzen: Visuelle Analogskala (VAS), Paracetamol-Einnahme, Western Otario MacMaster Universities Index (WOMAC), Nottingham Health Profile Bewegung: Goniometer Funktion: Messung der Zeit von 15 Meter Laufen
Mascarin et al. (2012)	RCT 1b Einwilligungserklärung, Ethikkommission	Englisch, Brasilien	40 Teilnehmer 40 ♀	Schmerz: VAS, WOMAC Bewegung: Goniometer Funktion: 6 –Min. Geh-Test
Vance et al. (2012)	RCT 1b Ethikkommission	Englisch, USA	75 Teilnehmer 46♀ & 29♂	Schmerzintensität: VAS Schmerzempfindlichkeit: sensorische Tests Hautschmerzschwelle: Monofilamente Druckschmerzschwelle: Druckalgometer Hitzeschmerzschwelle sensorische Tests Funktion: Timed-up and-go Test (TUGT)
Gschiel et al. (2010)	RCT 1b Einwilligungserklärung, Ethikkommission	Deutsch, Österreich	45 Teilnehmer 32♀ & 13♂	Schmerzen: VAS, SF-36-Fragebogen, WOMAC & Lysholm-Skala
Law und Cheing (2004)	RCT 1b	Englisch, China	36 Teilnehmer	Schmerzen: VAS Bewegung: Goniometer Funktion: TUGT
Cheing, Tsui, Lo und Hui-Chan (2003)	RCT 1b Einwilligungserklärung	Englisch, China	38 Teilnehmer 34 ♀ & 4♂	Schmerzen: VAS
Ng, Leung und Poon (2003)	RCT 1b Informierte Zustimmung, Ethikkommission	Englisch, China	24 Teilnehmer 23♀ + 1♂	Schmerzen. Numerische Rating Skala (0-11) Bewegung: Goniometer Funktion: TUGT
Cheing, Hui-Chan & Chan (2002)	RCT 1b Einwilligungserklärung	Englisch, China	62 Teilnehmer 53♀ & 9♂	Schmerzen : VAS

Tabelle 3: Übersicht der analysierten Studien

Alle acht Studien waren Interventionsstudien und wiesen ein RCT-Design auf. Der Evidenzgrad der Studien wurde nach Rosswurm und Larrabee (1999) eingeschätzt (zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674). Alle Studien entsprechen dem Evidenzgrad 1b. Eine Studie wurde in der Türkei durchgeführt (Atamaz et al., 2012), eine in den USA (Vance et al., 2012), eine weitere in Brasilien (Mascarin et al., 2012) und eine in Österreich (Gschiel et al., 2010). Vier der analysierten Studien wurden in China durchgeführt. Sieben Studien wurden in englischer Sprache publiziert. Eine Studie wurde in Deutsch veröffentlicht (Gschiel et al., 2010).

Die Studien wurden im Zeitraum zwischen 2002 und 2012 veröffentlicht. Die Grössen der Stichproben variierten von 24 bis 203 Teilnehmer. Von den insgesamt 523 Teilnehmern waren 395 Frauen und 92 Männer. In der Studie von Mascarin et al. (2012) wurden nur Frauen miteinbezogen und in der Studie von Law und Cheing (2004) wurden keine klaren Angaben bezüglich des Geschlechts gemacht.

Fünf analysierte Studien wurden von den jeweiligen Ethikkommissionen bewilligt und die Teilnehmer unterzeichneten eine Einwilligungserklärung (Atamaz et al., 2012; Gschiel et al., 2010; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003; Vance et al., 2012). In den Studien von Cheing et al. (2003) sowie Cheing et al. (2002) wurde eine Einwilligungserklärung der Teilnehmer vorausgesetzt. In einer Studie wurden die ethischen Aspekte nicht beschrieben (Law & Cheing, 2004).

In allen Studien wurde die Wirkung der transkutanen elektrischen Nervenstimulation auf die Schmerzintensität untersucht. In sieben Studien wurde die visuelle Analogskala (0-10) zur Schmerzerfassung verwendet. In der Studie von Ng et al. (2003) kam die numerische Ratingskala (0-10) zum Einsatz. Weiter wurden in drei Studien mehrdimensionale Schmerzerfassungsinstrumente verwendet wie den Western Ontario MacMaster Universities Index (Atamaz et al., 2012; Gschiel et al., 2010; Mascarin et al., 2012). In der Studie von Atamaz et al. (2012) wurden das Nottingham Gesundheits-Profil und die Einnahme von Paracetamol zusätzlich erfasst. Gschiel et al. (2010) nutzten darüber hinaus die Lysholm-Skala und den SF-36 Fragebogen für die Schmerzerfassung. Vance et al. (2012) erfassten die mechanische Hautschmerzschwelle mit der Monofilamente Methode nach Semmes-Weinstein, die Druckschmerzschwelle anhand eines Druckalgometers sowie die Wärmeschmerzschwelle mit Hilfe von wärmeproduzierenden Sonden.

Vier Studien überprüften die Wirkung von TENS auf die Bewegungsfähigkeit mittels eines Goniometers. In fünf Studien wurde die Wirkung von TENS auf die Funktionsfähigkeit untersucht. In drei Studien wurde für die Einschätzung der Funktionsfähigkeit der Timed-up - and-go Test (TUGT) verwendeten. Mascarin et al. (2012) verwendeten ein 6- Minuten Gehtest zur Erfassung der Funktionsfähigkeit und in der Studie von Atamaz et al. (2012) wurde die Zeit von 15m Laufen gemessen.

4.3 Beschreibung der analysierten Studien

Atamaz et al. (2012) kontrollierten in einer doppelblinden, randomisierten, kontrollierten multizenter Studie die Wirkung von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS), Interferenzstromverfahren (IFC) und Kurzwellendiathermie (SWD) sowie jeweilige Placebo-Interventionen auf Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose. Die Studie fand in vier Medizin- oder Rehabilitationszentren in der Türkei statt.

Die Rekrutierung der 287 Teilnehmer (TN) fand im Hauptzentrum statt. Die definierten Einschlusskriterien lauteten, zwischen 50-80 Jahre alt zu sein, eine Diagnosestellung Grad 2-3 auf der Kellgren-Lawrance Skala und Schmerzen von mindestens der Stärke 4 auf der visuellen Analogskala (VAS) seit mindestens 6 Monaten zu haben. Ausgeschlossen wurden TN, welche Erfahrungen mit TENS hatten, mit Komplikationen auf Elektrotherapie reagierten oder eine Kortikosteroid-Injektion 30 Tage vor Studienbeginn erhielten. Als weitere Ausschlusskriterien galten eine vorherige Operation am Kniegelenk, eine Arthroskopie innerhalb der letzten 6 Monate, eine Gelenkentzündung sowie eine chronische Erkrankung. 84 der rekrutierte TN schieden nach der Rekrutierung aus. Die TN wurden unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechts anhand von Zahlen zufällig in 6 Gruppen eingeteilt. Dabei wurden TN, Forscher und Analytiker verblindet. Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt und alle Teilnehmer unterschrieben eine Einwilligungserklärung.

Die Therapien fanden 5x wöchentlich während drei Wochen durch einen Physiotherapeut statt. Alle TN führten zusätzlich zu den Behandlungen ein Übungsprogramm durch und nahmen an einem Bildungsprogramm teil. Zu jeder Behandlungsmethode wurden Placebo-Interventionen durchgeführt, welche ein identisches Applikationsschema ohne Stimulation aufwiesen. 37 TN bildeten die TENS-Gruppe und erhielten über vier 5x5cm-Oberflächenelektroden Stimulationsimpulse mit einer Frequenz von 80 Herz (Hz) und Intensität von 10-30 Milliampere während 20 Minuten. 31 TN führten während 20 Minuten die IFC über zwei 8x6cm- Elektroden mit einer Stimulationsfrequenz von 100Hz durch. Die aus 31 TN bestehende SWD-Gruppe wendete mit einer 10-cm Diameter Kondensatorplatte sowie einer Stimulationsfrequenz von 27.12MHz und eine Intensität von 300 Watt die SWD an. Die TENS-Placebo-Gruppe bestand aus 37 TN, die IFC-Placebo-Gruppe aus 35 TN und die SWD-Placebo-Gruppe aus 31 TN.

Die Schmerzreduktion wurde anhand der VAS 0 - 10, der Paracetamol-Einnahme, dem WOMAC und des Nottingham Health Profile (NHP) erfasst. Zur Feststellung der Funktion wurde die Zeit zum Laufen von 15 Metern und die Bewegungsfähigkeit mit Hilfe eines Goniometers gemessen. Die Einschätzung erfolgte zu Beginn sowie nach 1, 3 und 6 Monaten. Die Paracetamol-Einnahme wurde täglich erfasst. Zur Datenanalyse dienten verschiedene statistische Tests sowie das Statistikprogramm SPSS 13.0. Das Signifikanzni-

veau war auf $\alpha = 5$ Prozent festgelegt. Eine Poweranalyse von 80 Prozent entsprach 28 TN pro Gruppe. 28 TN schieden im Verlauf der Studie aus.

Zwischen den Gruppen wurden zu Beginn keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen oder klinischen Daten festgestellt. Alle Gruppen wiesen beim Vor- und Nachher-Vergleich eine signifikante Schmerzlinderung auf der VAS, WOMAC und NHP auf ($p < 0.05$). Vor der Behandlung zeigte die TENS-Gruppe auf der VAS einen Mittelwert und Standardabweichung ($M \pm SD$) von 76.1 ± 16.2 , nach 3 Monaten sanken die Werte auf 51.5 ± 24.8 und nach 6 Monaten wurden die Werte auf 48.6 ± 23.1 reduziert. Die Einnahme von Paracetamol hat während den ersten 3 Monaten in der TENS-, IFC- und SWD-Gruppe im Vergleich zu den Kontrollgruppen signifikant abgenommen ($p < 0.05$). Bezüglich der Funktion wiesen alle Gruppen eine signifikante Verbesserung auf ($p < 0.05$). Bei der Bewegungsfähigkeit wurden in allen Gruppen keine signifikanten Unterschiede festgestellt ($p > 0.05$). Während den Therapien wurden keine unerwünschten Wirkungen festgestellt.

Mascarin et al. (2012) überprüften in einer RCT anhand des 6 Minuten Geh-Test die Wirkung von Kinesiotherapie (KIN), Ultraschall (US) und transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) auf Schmerzen und körperliche Leistungsfähigkeit bei Menschen mit bilateraler Gonarthrose. Die Studie wurde an einer Universität in Brasilien durchgeführt.

48 Teilnehmer (TN) wurden von einer rheumatologischen Klinik rekrutiert. Die Einschlusskriterien beinhalteten das weibliche Geschlecht sowie das Alter von mindestens 45 Jahren. Weiter wurden keine Erkrankungen der unteren Extremitäten ausser bilateraler Gonarthrose toleriert. Die Fähigkeit körperliche Übungen durchzuführen wurde vorausgesetzt. Die bilaterale Gonarthrose musste gemäss den American College of Rheumatology criteria diagnostiziert sein. Die TN durften keine anderen physikalischen Therapien anwenden. TN, die kognitive Einschränkungen hatten oder an einer Herzkreislaufs-, pulmonalen, neurologischen oder endokrinologischen Erkrankung litten, wurden ebenfalls ausgeschlossen. 8 TN wurden nach der Rekrutierung ausgeschlossen. Die 40 TN wurden zufällig in drei Gruppen eingeteilt. Die Datenermittler waren hinsichtlich der Randomisierung verblindet. Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt und alle Teilnehmer unterschrieben eine Einwilligungserklärung.

Alle Therapien wurden während 12 Wochen zweimal wöchentlich mit einem Physiotherapeut durchgeführt. Die 16 TN der KIN-Gruppe führten Dehn- sowie Kraft-Übungen durch. Dabei betrug die Übungsdauer 20 Minuten. Die 12 TN der TENS-Gruppe wendeten während 20 Minuten TENS an und führten danach 20 Minuten die gleichen Übungen wie die KIN-Gruppe aus. Die Impulsbreite der TENS betrug 50 Mikrosekunden und die Frequenz 100 Hertz. Die Intensität wurde nach subjektivem Empfinden eingestellt. Die 12 TN der Ultraschall Gruppe wendeten während 3-4 Minuten eine Ultraschalltherapie mit einer Fre-

quenz von 1 Megahertz und 0.8 Watt pro cm an und führten auch die Übungen der KIN-Gruppe aus.

Die Einschätzung von Schmerz, Bewegungs- und Funktionsfähigkeit wurden zu Beginn und am Ende der Studie durchgeführt. Der Schmerz wurde anhand der visuellen Analogskala (VAS) 0-10 und WOMAC ermittelt. Die Bewegungsfähigkeit wurde mit einem Goniometer gemessen und die Funktionsfähigkeit anhand des 6-Minuten-Geh-Test kontrolliert. Zur Datenanalyse dienten verschiedene statistische Tests sowie das Statistikprogramm SPSS 7.0. Das Signifikanzniveau war auf $\alpha = 5$ Prozent festgelegt. Die Effektgröße wurde bei ≥ 0.80 mit hoch eingestuft.

Zwischen den Gruppen wurden zu Beginn keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen oder klinischen Daten festgestellt. Im Vorher-Nachher-Vergleich zeigte sich eine signifikante Schmerzlinderung in der TENS-Gruppe und KIN-Gruppe ($p < 0.05$). Der Mittelwert und die Standardabweichung ($M \pm SD$) der TENS-Gruppe waren bei Studienbeginn im rechten Knie bei 8.0 ± 1.5 und im linken Knie bei 5.6 ± 2.7 nach der Therapie wurden die Werte im rechten Knie auf 2.6 ± 2.9 und im linken Knie auf 2.3 ± 2.5 reduziert. In der US-Gruppe war die Schmerzreduktion im linken Knie signifikant ($p < 0.05$). Hinsichtlich des WOMAC-Index wurden signifikant verbesserte Ausgangswerte in jeder Behandlungsgruppe erwiesen ($p < 0.05$). Extension und Flexion verbesserten sich nur bei der TENS-Gruppe signifikant ($p < 0.05$). Die Funktionsfähigkeit wurde nur in der TENS-Gruppe nicht signifikant gesteigert ($p > 0.05$).

Vance et al. (2012) erforschten in einer randomisierten, kontrollierten, doppelblinden Studie die Wirkung von Hochfrequenz-TENS (HF-TENS) und Niederfrequenz-TENS (NF-TENS) auf Gonarthroseschmerzen und ermittelten, welche Messinstrumente sich bei diesem Design und dieser Patientengruppe für weitere Studien am besten eignen. Die Forscher gingen davon aus, dass HF- und NF-TENS die Schmerzen bei Bewegung reduzieren können. Die Studie wurde in einem tertiären Versorgungszentrum in den USA durchgeführt.

311 Teilnehmer (TN) wurden anhand von Flyern und bei einer positiven Diagnosestellung einer Gonarthrose rekrutiert. Die Einschlusskriterien lauteten an einer medialen Kniegelenksarthrose zu leiden, sowie zwischen 18 und 95 Jahre alt zu sein. Weiter mussten die TN bis zum Briefkasten und zurück laufen können sowie seit 3 Wochen eine stabile Medikation haben. Die Schmerzen mussten während Belastung mindestens Stärke 3 von 10 entsprechen. Ausgeschlossen wurden Personen mit einer lateralen Kniegelenksarthrose, Sensitivitätsstörungen der unteren Extremitäten, unkontrolliertem Diabetes Mellitus, Hypertonie, neurologischen Störungen oder kognitiven Einschränkungen. Weiter wurden Personen, die bereits TENS angewendet haben, innerhalb der letzten 6 Monaten eine

Knieoperation oder innerhalb der letzten 4 Wochen eine Infiltration hatten, ebenfalls ausgeschlossen. 236 TN schieden nach der Rekrutierung aus.

Die Randomisierung der TN in 3 Gruppen fand mittels Blockrandomisierung statt. Eine verdeckte Einteilung in die Gruppen wurde durch blickdichte, verschlossene Briefe durchgeführt. Datenermittler und Studienteilnehmer wurden verblindet. Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt und die Teilnehmer unterzeichneten eine Einwilligungserklärung.

Ein verdeckter Untersucher führte die TENS-Behandlungen durch. Je zwei der vier 5x5cm selbstklebenden Elektroden wurden oberhalb und unterhalb des Knies befestigt. Das Behandlungsschema beinhaltete eine Impulsbreite von 100 Mikrosekunden und die Intensität wurde nach subjektivem Empfinden eingestellt. Die Behandlungsdauer betrug für alle TN 20 Minuten. Die 25 TN der HF-TENS verwendeten eine Frequenz von 100 Hertz (Hz). Die 25 TN der NF-TENS führten die Behandlung mit einer Frequenz von 4 Hz durch. Die 25 TN der Placebo-TENS (PL-TENS) verwendeten ein identisches Applikationsschema wie die HF- und NF-TENS mit elektrischer Stimulation für die ersten 30 Sekunden, danach gab das Gerät keine elektrischen Impulse mehr ab.

Die Einschätzung der Schmerzintensität in Ruhe und Bewegung erfolgte mittels der visuellen Analogskala (VAS) 0-10. Die Hautschmerzschwelle (CMPT), Druckschmerzschwelle (PPT) und Hitzeschmerzschwelle (HPT/HTS) wurden durch die Messung verschiedener sensorischer Tests bestimmt. Um die Funktionsfähigkeit zu bewerten wurde der Timed-up and go-Test (TUGT) benützt. Die Einschätzung der Outcomes anhand der Messinstrumente erfolgte vor und nach der Behandlung. Zur Datenanalyse wurden statistische Tests verwendet. Das Signifikanzniveau lag bei $\alpha = 5$ Prozent. Eine Poweranalyse von 80 Prozent entsprach 25 TN pro Gruppe.

Zu Beginn bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen und klinischen Daten, ausser beim BMI sowie beim HPT. Die Schmerzeinschätzung in Ruhe und in Bewegung verbesserte sich signifikant in allen 3 Gruppen ($p < 0.03$). Der Mittelwert und die Standardabweichung ($M \pm SD$) der Schmerzeinschätzung auf der VAS waren vor der Therapie in Ruhe in der HF-TENS-, NF-TENS- und Placebo-TENS-Gruppe bei (17.7 ± 5 , 29.5 ± 5.3 und 21.2 ± 5.1). Nach der Therapie sanken die Werte in der HF-TENS-, NF-TENS- und Placebo-TENS-Gruppe auf (10.32 ± 4 , 16.14 ± 5.23 und 16.84 ± 4.81). Zwischen den Gruppen war kein signifikanter Unterschied feststellbar. Weiter wurden keine signifikanten Veränderungen bezüglich HPT, CMPT und HTS festgestellt ($p > 0.05$). Die HF- und NF-TENS verbesserten den PPT des betroffenen Knies signifikant ($p < 0.05$). Die Funktionsfähigkeit wurde in keiner Gruppe signifikant verbessert ($p > 0.05$).

Gschiel et al. (2010) untersuchten in einer prospektiven, randomisierten, placebokontrollierten, doppelblinden Studie die Wirkung von TENS in Form der HAN-Stimulation auf Gonarthroseschmerzen und Medikamentenbedarf. Die Studie fand in einem Landeskrankenhaus in Österreich statt. Die Rekrutierung von 45 Teilnehmer (TN) wurde im Landeskrankenhaus durchgeführt. Eingeschlossen wurden Patienten, welche zwischen 18 und 80 Jahre alt waren, sowie zwischen 50-100kg wogen. Sie mussten an einer radiologisch nachgewiesenen Gonarthrose mit chronischen Schmerzen leiden und den Schmerz von mindestens Stärke 4 auf einer 11-teiligen numerischen Rating-Skala aufweisen. Eine klinische Diagnosestellung sowie eine radiologische Verifizierung mussten vorliegen. Ausgeschlossen wurden Patienten mit einer Herzkreislauferkrankung, einer neurologischen Vorerkrankung, einem Malignom oder einer entzündlichen Gelenkerkrankung. Weitere Ausschlusskriterien waren das Tragen eines Herzschrittmachers oder eine Teilnahme an einer vorherigen Studie.

Der TENS-Gerätehersteller diente als Koordinationszentrum und ordnete die zuvor in 5er-Einheiten verblindeten Geräte randomisiert den 45 TN zu. Die TN sowie die Autoren der durchgeführten Studie waren verblindet. Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt und alle Teilnehmer unterschrieben eine Einwilligungserklärung.

Die Gruppen wendeten die TENS beziehungsweise die Placebo-TENS während 3 Wochen täglich zweimal 30 Minuten an. Nach 3 Wochen folgte eine Beobachtungszeit von 2 Wochen ohne Intervention. Die Anode der 5x5cm-Elektroden wurde medial und die Kathode lateral am Kniegelenk befestigt. Die 25 TN der TENS Gruppe wendeten in der ersten Phase Impulse mit einer Frequenz von 100 Hertz (Hz) mit Impulsbreite 150 Mikrosekunden (μ s) während 3 Sekunden sowie in der zweiten Phase Impulse mit einer Frequenz von 2Hz mit Impulsbreite 200 μ s während 3 Sekunden an. In der TENS-Placebogruppe löste das Gerät keine elektrischen Impulse aus.

Der Schmerz wurde täglich mittels der visuellen Analogskala (VAS) 0-10 sowie zu Beginn, nach einer, drei und fünf Wochen anhand des SF-36-Fragebogens, dem WOMAC-Index und der Lysholm-Skala erfasst. Zur Datenanalyse dienten verschiedene statistische Tests sowie das Statistikprogramm SPSS 14.0. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5$ Prozent festgelegt. 5 Teilnehmer haben die Studie frühzeitig abgebrochen. Zwischen den Gruppen wurden zu Beginn keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen oder klinischen Daten festgestellt. Im Studienverlauf zeigte sich in der TENS-Gruppe auf der VAS an zwei Tagen eine signifikante Reduktion der Schmerzintensität ($p < 0.05$). Die Schmerzlinderung hielt nach Behandlungsende nicht an. Der WOMAC-Score und der Lysholmscore ergaben eine signifikante Schmerzlinderung der TENS-Gruppe zwischen der Woche drei und der Beobachtungszeit ($p < 0.05$). Beim SF-36 wurden keine signifikanten Veränderungen zwischen der TENS-Gruppe und der TENS-Placebogruppe festge-

stellt ($p > 0.05$). Während der Studiendauer waren keine unerwünschten Wirkungen feststellbar.

Law und Cheing (2004) erforschten in einer randomisierten, kontrollierten, doppelblinden Studie die optimale Stimulationsfrequenz der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung von Gonarthroseschmerzen. Die Studie wurde in einem Pflegeheim in China durchgeführt.

36 Bewohner eines Pflegeheimes wurden rekrutiert. Eingeschlossen wurden Teilnehmer (TN), die an einer radiologisch nachgewiesenen Gonarthrose von mindestens Grad 2 und an keinen weiteren Knieerkrankungen litten. Die TN mussten fähig sein, die visuelle Analogskala (VAS) zu verwenden. Ausgeschlossen wurden TN, die eine frühere Knieoperation, 30 Tage vor Studienbeginn eine TENS-Therapie oder innerhalb der letzten 4 Wochen eine intraartikuläre Kortikosteroidinjektion erhielten. Weiter wurden Herzschrittmacherträger und TN mit chronischen Erkrankungen nicht einbezogen. Die TN wurden mittels Losentscheidung randomisiert in vier Gruppen unterteilt. Eine verdeckte Einteilung in die Gruppen wurde durch blickdichte, verschlossene Briefe durchgeführt. TN und Forscher wurden verblindet.

Drei Gruppen wendeten die TENS mit unterschiedlichen Frequenzen an. Eine Gruppe diente als Kontrollgruppe und benutzte TENS-Geräte, bei denen vorher die Schaltung getrennt wurde, damit die Anzeigelampe aufleuchtet, das Gerät jedoch keine elektrischen Impulse abgab. Die TENS-Behandlungen wurden von einem Therapeut durchgeführt. Alle Gruppen wendeten die TENS während 40 Minuten an 10 Tagen während 2 Wochen an. Die vier 4.5x3.8cm-Gummielektroden wurden an Akupunkturpunkten befestigt. Die Stromintensität der TENS-Behandlungen reichte von 25 Milliampere (mA) bis 35mA. Die 13 TN der TENS₂-Gruppe verwendeten dabei eine Stimulationsfrequenz von 2 Hertz (Hz) und eine Impulsbreite von 576 Mikrosekunden (μ s). Die 12 TN der TENS₁₀₀-Gruppe führten die Therapie mit einer Stimulationsfrequenz von 100Hz und Impulsbreite von 200 μ s durch. Die 13 TN der TENS_{2/100}-Gruppe benutzten eine Stimulationsfrequenz von 2Hz mit einer Impulsbreite von 576 μ s für 3 Sekunden in Abwechslung von einer Stimulationsfrequenz von 100Hz mit Impulsbreite von 200 μ s für 2.5 Sekunden. Die 10 TN der TENS_{Placebo}-Gruppe führten eine Scheinstimulation durch.

Die Schmerzen wurden anhand der visuellen Analogskala (VAS) 0-10 vor der Behandlung sowie nach 20 Minuten, 40 Minuten, 60 Minuten und 100 Minuten sowie beim Follow-up, 2 Wochen nach Behandlungsende, eingeschätzt. Die Bewegungsfähigkeit wurde mit Hilfe eines Goniometers gemessen und die Funktionsfähigkeit wurde mit dem Timed-up and-go Test (TUGT) erfasst. Zur Datenanalyse wurden statistische Tests sowie das Statistikprogramm SPSS 11.0 verwendet. Das Signifikanzniveau lag bei $\alpha = 5$ Prozent. Während des

Studienverlaufs kam es zu 2 vorzeitigen Abbrüchen der Studie. Zwischen den Gruppen wurden zu Beginn der Studie keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen oder klinischen Daten festgestellt. In jeder Gruppe wurde während der ersten Behandlung eine signifikante Schmerzlinderung anhand eines Vorher-Nachher-Vergleichs nachgewiesen ($p < 0.05$). Eine signifikante Schmerzlinderung war nach Behandlungsende sowie Follow-up in allen 3 TENS-Gruppen, welche die TENS aktiv durchführten, erkennbar ($p < 0.05$). Dabei sanken der Mittelwert und die Standardabweichung ($M \pm SD$) in der TENS₂₋, TENS₁₀₀₋, TENS_{2/100-} und TENS-Placebo-Gruppe von (6.6 ± 2 , 5.2 ± 1.8 , 5.4 ± 2.2 , 5.8 ± 3) nach Behandlungsende auf (1.4 ± 1.5 , 0.7 ± 0.7 , 1.1 ± 1.7 , 4.1 ± 2.6).

Jedoch zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei aktiven Gruppen ($p > 0.05$). Die Bewegungsfähigkeit wurde in allen aktiven TENS-Gruppen signifikant erhöht ($p < 0.05$). Weiter wurde eine signifikante Verbesserung bezüglich der Funktion in allen Gruppen festgestellt ($p < 0.05$).

Cheing et al. (2003) kontrollierten in einer RCT mit Follow-up die optimale Stimulationsdauer der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung von Gonarthroseschmerzen und die Halbwertszeit des analgetischen Effekts nach der Behandlung. Die Studie wurde in einem Krankenhaus in China durchgeführt. Die Rekrutierung von 40 Teilnehmern erfolgte durch Physiotherapeuten an einem Spital in Hong Kong.

Eingeschlossen wurden Personen zwischen 50-80 Jahren mit einer Gonarthrose von mindestens Grad 2 auf der Kellgren & Lawrence Skala. Die Gonarthrose durfte die einzige Ursache für die Knieschmerzen und für die Aufnahme in die Physiotherapie sein. Weiter mussten die rekrutierten Personen fähig sein, während des Laufens Schmerzen auf der VAS anzugeben und diese sollten Stärke 3 bis 7 von 10 entsprechen. Ausgeschlossen wurden Personen, welche frühere Knieoperationen hatten, eine Steroid-Injektion oder TENS innerhalb der letzten 2 Monaten erhielten oder einen Herzschrittmacher trugen. 2 TN schieden nach der Rekrutierung aus. Die TN wurden nach Unterzeichnung der Einwilligungserklärung nach Geschlecht aufgeteilt und zufällig in 4 Gruppen eingeteilt. TN der TENS-Placebo-Gruppe und TENS-60-Gruppe waren verblindet.

Alle Gruppen wendeten während 2 Wochen an 10 Tagen die TENS an. Drei Gruppen führten die TENS während einer unterschiedlichen Dauer durch. Eine Gruppe diente als Kontrollgruppe und benutzte TENS-Geräte, bei denen zuvor die Schaltung getrennt wurde, damit die Anzeigelampe aufleuchtete, das Gerät jedoch keinen Impuls abgab. Die vier $2 \times 3 \text{ cm}$ -Gummielektroden wurden an Akupunkturpunkten befestigt. Die Stimulationsfrequenz der drei aktiven Gruppen betrug 100 Hertz und die Impulsbreite 200 Mikrosekunden. Die Intensität wurde bis zu einem stark kribbelnden Gefühl erhöht. Die 10 TN der TENS₂₀-Gruppe wendete die TENS während 20 Minuten an, die 10 TN der TENS₄₀-

Gruppe 40 Minuten und die 10 TN der TENS₆₀-Gruppe 60 Minuten an. Die 8 TN der TENS_{Placebo} Gruppe wendeten während 60 Minuten eine Scheinstimulation an.

Die Einschätzung der Schmerzen erfolgte anhand der visuellen Analogskala (VAS) 0-10 bei jeder Sitzung zu Beginn, nach 20 Minuten, nach 40 Minuten, nach 60 Minuten und danach 2-stündlich bis nach 10 Stunden zu Hause. Das Follow-up wurde 2 Wochen nach Behandlungsende durchgeführt. Zur Datenanalyse dienten verschiedene statistische Tests sowie das Statistikprogramm SPSS 10.0. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5$ Prozent festgelegt.

Zwischen den Gruppen wurden zu Beginn keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen oder klinischen Daten festgestellt. Die Schmerzen haben beim Vorher-Nachher-Vergleich nach einer Behandlung in jeder Gruppe signifikant abgenommen ($p < 0.05$). Der Gruppenvergleich zeigte eine signifikant höhere Schmerzlinderung in den 3 Gruppen, welche die TENS aktiv anwendeten, im Vergleich zur TENS-Placebo-Gruppe ($p < 0.05$). Jedoch zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den 3 aktiven Gruppen ($p > 0.05$). Die kumulative Wirkung der Schmerzlinderung war bei den 3 aktiven TENS-Gruppen signifikant höher als bei der TENS-Placebo-Gruppe ($p < 0.05$). Die TENS₄₀- und die TENS₆₀-Gruppe wiesen signifikant höhere Schmerzlinderungswerte als die TENS-20-Gruppe auf ($p < 0.05$). Im Follow-up zeigte die TENS₄₀-Gruppe die signifikant höchste kumulative Wirkung der Schmerzlinderung auf ($p < 0.05$). Die Halbwertszeit des analgetischen Effekts war am Ende der Behandlung in der TENS₄₀- und der TENS₆₀-Gruppe signifikant höher als in der TENS₂₀- und der TENS_{Placebo}-Gruppe ($p < 0.05$).

Ng et al. (2003) prüften in einer RCT die Wirkung von Elektro-Akupunktur (EA) und transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung von Gonarthroseschmerzen bei älteren Menschen. Die Studie wurde in einem Krankenhaus in China durchgeführt.

Die 24 Teilnehmer (TN), welche an häufigen Knieschmerzen und einer durch Geriater diagnostizierten Gonarthrose litten, wurden aus acht Alters- und Pflegeheim rekrutiert. Die Einschlusskriterien lauteten, Krepitationen bei aktiven Bewegungen, Morgensteifheit länger als 30 Minuten, knöcherne Deformationen und eine stabile Medikation. Ausgeschlossen wurden TN, welche an anderen Bindegewebserkrankungen des betroffenen Kniegelenks litten oder durch neurologische oder psychiatrische Erkrankungen beeinträchtigt waren. Weiter wurden TN, die innerhalb den letzten 3 Monaten eine Steroid-Injektion erhielten, sowie Träger eines Hörgerätes oder Herzschrittmacher ausgeschlossen. Auch eine Akupunktur oder TENS-Behandlung innerhalb den letzten 3 Monate oder die Unfähigkeit Anweisungen zu verstehen sowie die Zustimmung zu geben, führten zum Ausschluss. Die Randomisierung fand mittels Blätter mit gruppenspezifischen Abbildungen statt. Dabei

wurden die Datenermittler verblindet. Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt und alle Teilnehmer unterschrieben eine Einwilligungserklärung.

Alle TN der Studie erhielten Informationsbroschüren zur Allgemeinbildung sowie zum Selbstmanagement bezüglich Gonarthrose. Die 8 TN der EA-Gruppe und die 8 TN der TENS-Gruppe erhielten 8 Behandlungen des schmerzenden oder schmerzhafteren Knies während 2 Wochen. Die sterile Nadeln der EA-Gruppe und die zwei 5x3.5cm-Oberflächenelektroden der TENS wurden an Akupunkturpunkten platziert. Die Behandlung dauerte jeweils 20 Minuten. Die verwendete Frequenz betrug 2 Hertz (Hz). Die Intensität wurde bis zu erträglichen Muskelkontraktionen und kribbelndem Gefühl erhöht. Die Impulse wurden mit einer Impulsbreite von 200 Mikrosekunden abgegeben. Die 8 TN der Kontrollgruppe erhielten keine Intervention, sondern nur die Informationsbroschüren.

Die Schmerzen wurden anhand der numerischen Rating-Skala (NRS) 1-10 eingeschätzt. Die Bewegungsfähigkeit wurde mit Hilfe eines Goniometers gemessen und die Funktionsfähigkeit mit dem Times-up-and-go Test (TUGT) erfasst. Die Einschätzung durch die Messinstrumente fand vor Beginn, nach 8 Behandlungen und beim Follow-up, zwei Wochen nach der letzten Behandlung, statt. Zur Datenanalyse dienten verschiedene statistische Tests. Das Statistikprogramm SPSS 10.0 wurde angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5$ Prozent festgelegt.

Zwischen den Gruppen wurden zu Beginn keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen oder klinischen Daten festgestellt. Im Studienverlauf sowie Follow-up zeigte sich eine signifikante Schmerzlinderung bei der TENS- und EA-Gruppe ($p < 0.05$). Keine signifikante Reduktion der Schmerzen war bei der Kontrollgruppe erkennbar ($p > 0.05$). Die EA-Gruppe wies eine signifikante Verbesserung bezüglich der Funktionsfähigkeit während den Behandlungen auf ($p < 0.05$), bei der TENS- und Kontrollgruppe erhöhte sich die Funktionsfähigkeit nicht signifikant ($p > 0.05$). In allen Gruppen wurde keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Bewegungsfähigkeit festgestellt ($p > 0.05$).

Cheing et al. (2002) untersuchten in einer RCT den kumulativen, analgetischen Effekt von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) im Vergleich zu einer TENS-Placebo-Gruppe, einer isometrischen Übungsgruppe und einer kombinierten TENS mit isometrischen Übungs-Gruppe auf chronische Schmerzen bei Patienten mit einer Gonarthrose. Die Studie fand in einem Krankenhaus in China statt.

Die Rekrutierung von 66 Teilnehmern (TN) mit radiologisch nachgewiesener Gonarthrose wurde von Orthopäden eines Krankenhauses durchgeführt. Zu den Einschlusskriterien zählten, seit mehr als 6 Monaten an einer Gonarthrose mindestens Grad 2 der Kellgren & Lawrence Skala zu leiden und seit 3 Wochen eine stabile Medikation zu haben. Zwei Wochen vor Studienbeginn durften keine paramedizinischen Behandlungen stattfinden. Aus-

geschlossen wurden Patienten, welche eine Knieoperation hatten, bereits Erfahrungen mit TENS gemacht haben, 30 Tage vor Studienbeginn eine Steroid-Injektion erhielten oder unfähig waren, 10 Minuten zu gehen. 4 TN wurden nach der Rekrutierung ausgeschlossen. Die TN unterschrieben eine Einwilligungserklärung, danach wurden sie nach Alter, Geschlecht und BMI geschichtet und zufällig in 4 Gruppen unterteilt. Die TN und die Forscher waren verblindet.

Die 16 TN der TENS-Gruppe wendeten täglich während 4 Wochen 60 Minuten TENS an. Dazu wurden vier 4x4cm-Oberflächenelektroden auf Akupunkturpunkten befestigt. Die Behandlungen wurden mit einer Frequenz von 80 Hertz und einer Impulsbreite von 140 Mikrosekunden durchgeführt. Die Intensität wurde bis zu erträglichen Muskelkontraktionen erhöht. Die 16 TN der TENS-Placebo-Gruppe wendeten dasselbe Procedere über den gleichen Zeitraum wie die TENS-Gruppe an, jedoch gab das Gerät keinen elektrischen Impuls ab. Die 15 TN der isometrischen Übungs-Gruppe führten während 4 Wochen jeweils an den Werktagen 20 Minuten Übungen durch. Gestartet wurde mit Aufwärmübungen während 10 Minuten mit 90° Beugung, wobei der Winkel bis zur Schmerzgrenze gesteigert wurde mit maximal 180° pro Sekunde. Die Übung wurde mit 60° und 30° Beugung wiederholt. Die 15 TN der Gruppe TENS kombiniert mit isometrischen Übungen wendeten die TENS während 20 Minuten nach dem gleichen Schema wie die TENS-Gruppe an und führte danach während 30 Minuten isometrische Übungen nach dem gleichen Schema wie die isometrische Übungs-Gruppe aus.

Der Schmerz wurde täglich durch die TN anhand der visuellen Analogskala (VAS) 0-10 von Sitzung 1 bis 20 und im Follow-up, 4 Wochen nach Behandlungsende, eingeschätzt. Die Einschätzung fand vor sowie 20 Minuten nach Sitzung, und 20, 40 und 60 Minuten nach Stimulationsbeginn statt. Die isometrische Übungsgruppe schätzte die Schmerzintensität vor und nach den Übungen ein. Zur Datenanalyse wurden verschiedene statistische Tests sowie das Statistikprogramm SPSS 10.0 verwendet. Das Signifikanzniveau lag bei $\alpha = 5$ Prozent.

Zu Beginn wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in demographische und klinischen Daten bezüglich des BMI festgestellt, welcher in der isometrischen Übungsgruppe höher war als in der TENS- und Übungs-Gruppe ($p < 0.05$). Der Mittelwert und die Standardabweichung ($M \pm SD$) der Schmerzreduktion der TENS-Gruppe sanken während der ersten Sitzung von (100 ± 0) auf (64.1 ± 40.7). Im Studienverlauf wurde die Schmerzintensität der TENS-Gruppe auf (42.2 ± 27.0) reduziert sowie im Follow-up auf (43.7 ± 30.3). Somit wies sie eine signifikante Schmerzlinderung auf ($p < 0.05$). Die TENS-Placebo-Gruppe zeigte ebenfalls eine signifikante Schmerzlinderung ($p < 0.05$). Bei der isometrischen Übungsgruppe sowie der kombinierten TENS mit isometrischen Übungen Gruppe war die Schmerzreduktion nicht signifikant ($p > 0.05$).

4.4 Hauptergebnisse

Alle acht Studien untersuchten die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose. Die Ergebnisse der analysierten Studien zeigten eine signifikante Linderung der Schmerzintensität. Gschiel et al. (2010) beobachteten jedoch nicht zu allen Messzeitpunkten eine signifikante Schmerzreduktion.

In den analysierten Studien wurden verschiedene TENS-Geräte mit unterschiedlichen Stimulationsarten, Stimulationsfrequenz, Impulsbreite sowie Stromintensität verwendet.

In allen Studien wurden hochfrequente, niederfrequente sowie Burst-TENS angewendet. Die Stimulationsfrequenz variierte zwischen 2 Hertz (Hz) und 100Hz. In vier Studien wurde die hochfrequente TENS (80 – 100Hz) durchgeführt. Ng et al. (2003) untersuchten die Wirkung der niederfrequenten TENS (2-4Hz). Gschiel et al. (2010) benutzten in ihrer Studie die Burst- TENS (2 Hz & 100Hz). In der Studie von Vance et al. (2012) führte eine Gruppe die hochfrequente und eine zweite Gruppe die niederfrequente TENS durch. Law und Cheing (2004) untersuchten in ihrer Studie die optimale Stimulationsfrequenz, indem die Behandlungsgruppen je hochfrequente, niederfrequente und Burst-TENS durchführten. In der Studie von Law und Cheing (2004) wurde eine signifikante Schmerzreduktion durch alle 3 Arten festgestellt, wobei kein Unterschied zwischen den Gruppen erkennbar war. Auch Vance et al. (2012) kamen zum Ergebnis, dass kein Unterschied zwischen hochfrequenter- und niederfrequenter TENS bei der Schmerzlinderung von Gonarthrose-schmerzen feststellbar war.

Die in den analysierten Studien verwendete Impulsbreite reichte von 50 Mikrosekunden (μ s) bis 576 μ s. Die Impulsintensität wurde zwischen 10 bis 35 Milliampere oder nach subjektivem Empfinden eingestellt.

In fünf Studien wurden selbstklebende Oberflächenelektroden eingesetzt. In drei Studien wurden Gummielektroden verwendet. In sechs Studien wurde die TENS mittels vier Elektroden durchgeführt. In der Studie von Gschiel et al. (2010) und Ng et al. (2003) wurde die TENS mit zwei Elektroden angewendet. Die Elektrodengrösse in allen analysierten Studien reichte von 2x3cm bis 5x5cm.

In der Studie von Atamaz et al. (2012) wurden die Elektroden über die schmerzende Region und bei Vance et al. (2012) oberhalb sowie unterhalb des Knies befestigt. In der Studie von Gschiel et al. (2010) wurden die Elektroden auf den medialen und lateralen Kniegelenksspalt und bei Mascarin et al. (2012) anterior medial sowie lateral auf dem Knie befestigt. In vier Studien wurden die Elektroden an Akupunkturpunkten appliziert.

Die Behandlungssequenz reichte von 20 bis 60 Minuten. In vier Studien betrug die Dauer einer Behandlung 20 Minuten (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003; Vance et al., 2012). Gschiel et al. (2010) bestimmten eine Behandlungsdauer von 30 Minuten, Law und Cheing (2004) von 40 Minuten und Cheing et al. (2002) von 60 Minuten.

Cheing et al. (2003) untersuchten die optimale Stimulationsdauer, indem die TENS von drei Behandlungsgruppen je 20, 40 und 60 Minuten durchgeführt wurde. Dabei wurde festgestellt, dass die Schmerzen in allen Behandlungsgruppen signifikant reduziert wurden, jedoch die Reduktion durch 40 Minuten TENS eine längere Wirkung zeigte als bei 20 oder 60 Minuten TENS.

Die Anzahl Behandlungen von TENS in den Studien variierte zwischen einer Behandlung und 42 Behandlungen. Die Behandlungen wurden zweimal täglich oder mehrmals wöchentlich durchgeführt. In der Studie von Mascarin et al. (2012) und Cheing et al. (2002) wurde darauf geachtet, dass die Behandlungen immer zur selben Tageszeit durchgeführt wurden.

Die Dauer der analysierten Studien reichte von einer Behandlung bis zu 6 Monaten. In vier Studien wurde der Kurzzeiteffekt der TENS nach einer Behandlung ermittelt (Cheing et al., 2003; Cheing et al., 2002; Law & Cheing, 2004; Vance et al., 2012). Die Ergebnisse von allen vier Studien zeigten eine signifikante Schmerzlinderung durch TENS nach einer Behandlung. In fünf Studien wurde nach Behandlungsende ein Follow-up von 2 bis 4 Wochen durchgeführt. Vier Studien wiesen eine signifikante Langzeitwirkung der TENS auf. Gschiel et al. (2010) fanden keine signifikante Schmerzreduktion durch TENS nach Behandlungsende.

In drei Studien führte ein Physiotherapeut die Behandlung durch (Atamaz et al., 2012; Law & Cheing, 2004; Mascarin et al., 2012). In der Studie von Vance et al. (2012) wurde die TENS von einem Forscher ausgeführt. In fünf der analysierten Studien war nicht zu entnehmen, wer die Behandlung durchführte.

Die TENS-Behandlungen wurden in sieben Studien in medizinischen Einrichtungen und in der Studie von Mascarin et al. (2012) in einem Forschungsinstitut durchgeführt.

In allen Studien führte eine Gruppe ausschliesslich TENS zusätzlich zur Standardtherapie durch. Atamaz et al. (2012) definierten ein Übungs- und Bildungsprogramm als Standardtherapie und Mascarin et al. (2012) eine Bewegungstherapie. In der Studie von Ng et al. (2003) erhielten alle Teilnehmer Informationsbroschüren zur Allgemeinbildung und Selbstmanagement bei Gonarthrose.

Die Kontrollgruppen wurden in sechs Studien von TENS-Placebo-Gruppen gebildet. Diese verwendeten manipulierte TENS-Geräte, bei denen zuvor die Schaltkreise unterbrochen wurden, damit die Geräte visuell identisch funktionierten, jedoch keine elektrische Impulse abgeben konnten. In vier Studien führten die Teilnehmer der Vergleichsgruppen Kinesiotherapie, Ultraschall, Elektroakupunktur, Interferenzstromverfahren, Kurzwellendiathermie oder isometrische Übungen durch (Atamaz et al., 2012; Cheing et al., 2002; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003). In vier Studien wurde kein Unterschied zwischen der Wirkung von TENS und der Wirkung der Intervention der Vergleichsgruppe festgestellt (Atamaz et

al., 2012; Cheing et al., 2002; Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012). In vier Studien zeigte sich eine signifikant höhere Schmerzlinderung der TENS im Vergleich zur Kontrollgruppe.

In keiner Studie wurde über negative Auswirkungen durch die Anwendung von TENS berichtet.

In vier Studien wurde die Wirkung von TENS auf die Bewegungsfähigkeit untersucht. Dabei zeigten zwei Studien (Law & Cheing, 2004; Mascarin et al., 2012) eine signifikante Verbesserung und zwei Studien (Atamaz et al., 2012; Ng et al., 2003) wiesen keine Verbesserung der Bewegungsfähigkeit auf.

Des Weiteren wurde in fünf Studien die Wirkung von auf die Funktionsfähigkeit überprüft (Atamaz et al., 2012; Law & Cheing, 2004; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003; Vance et al., 2012). Dabei zeigte sich in den Studien von Atamaz et al. (2012) sowie Law und Cheing (2004) eine signifikante Steigerung der Funktionsfähigkeit.

Andere Therapien, welche in den analysierten Studien durchgeführt wurden und Schmerzen signifikant lindern konnten, waren Kinesiotherapie, Ultraschall, Elektroakupunktur, Interferenzstromverfahren und Kurzwellendiathermie (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003).

Genauere Informationen über Stichprobenbildung, Setting, Intervention, Messinstrumente und Studienergebnisse zur Variable Schmerz sind in der Tabelle 4 aufgeführt.

Autor, Jahr	Stichprobenbildung/ Setting	Intervention, TENS	Messzeitpunkte / Messinstrumente	Outcome, Schmerz
Atamaz et al. (2012)	TENS-Gruppe n=37 TENS-Placebo-Gruppe n=37 IFC-Gruppe n=31 IFC-Placebo-Gruppe n=35 SWD-Gruppe n=31 SWD-Placebo-Gruppe n=31 Abteilungen von vier medizinischen Zentren, Türkei	<u>Studiendauer:</u> drei Wochen Intervention + Follow-up <u>Follow-up:</u> nach 3 und 6 Monaten <u>Anzahl Behandlungen:</u> 15 Behandlungen (5 pro Woche) <u>Behandlungsdauer:</u> 20 Minuten <u>TENS-Geräte:</u> Bio-stim SD980, Endomed CV-405 oder Sonopuls 492 <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> TENS-Gruppe: 80Hz <u>Stromintensität:</u> TENS-Gruppe: 10-30mA <u>Elektroden:</u> vier 5 x 5cm Oberflächen Elektroden über schmerzhafte Knieregion <u>Standardtherapie:</u> 3x wöchentlich für 3 Wochen Übungsprogramm und eine PowerPoint Präsentation über Gonarthrose. <u>Kontroll-/Vergleichsgruppen:</u> TENS-Placebo-Gruppe, Interferenzstromverfahren-Gruppe (IFC), IFC-Placebo-Gruppe, Kurzwellendiathermie-Gruppe (SWD), SWD-Placebo-Gruppe	Messung zu Studienbeginn, nach 1, 3 und 6 Monaten. Paracetamol Einnahme bei jeder Behandlung mit VAS, Paracetamol Einnahme, WOMAC, NHP	<u>VAS, WOMAC-Schmerz, NHP-Schmerz:</u> Beim Vorher- Nachher-Vergleich eine signifikante Schmerzlinderung durch TENS $p < 0.05$. Dabei gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen der TENS und den Kontroll- sowie Vergleichsgruppen $p > 0.05$. <u>Paracetamol Einnahme:</u> Einnahme von Paracetamol ist während den ersten 3 Monaten in TENS-Gruppe im Vergleich zu der TENS-Placebo-Gruppe signifikant tiefer $p < 0.05$.
Mascarin et al. (2012)	TENS-Gruppe n=12 KIN-Gruppe n=16 US-Gruppe n=10 Universität, Basilien	<u>Studiendauer:</u> 12 Wochen <u>Anzahl Behandlungen:</u> 24 Behandlungen (2 pro Woche) <u>Behandlungsdauer:</u> 20 Min. <u>TENS-Gerät:</u> Neurodyn II, Ibramed, Brazil <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> 100Hz mit 50µs <u>Stromintensität:</u> nach subjektivem Empfinden <u>Elektrodenart:</u> vier 5x5cm selbstklebende Elektroden anterior medial sowie lateral auf dem Knie <u>Standardtherapie:</u> isometrische Übungen4 <u>Kontroll-/Vergleichsgruppen:</u> Kinesiotherapie (KIN) und Ultraschalltherapie (US)	Messung zu Beginn der Studie und am Studienende anhand der VAS und des WOMAC	<u>VAS:</u> Im Vorher- Nachher-Vergleich in TENS-Gruppe eine signifikante Schmerzlinderung in beiden Knien feststellbar $p < 0.05$. Kein signifikanter Unterschied zwischen der TENS-Gruppe und den Vergleichsgruppen feststellbar $p > 0.05$. <u>WOMAC:</u> Signifikant verbesserte Werte in TENS-Gruppe. Werte der TENS-Gruppe waren ausgeprägter als bei der US $p < 0.05$.
Vance et al. (2012)	HF-TENS n=25 NF-TENS n=25 Placebo-TENS n=25 tertiäres Versorgungszentrum, USA	<u>Studiendauer:</u> eine Behandlung <u>Behandlungsdauer:</u> 20 Minuten <u>TENS-Gerät:</u> Rehabicare Maxima, DJO Inc, Vista, California <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> HF-TENS: 100Hz mit 100 µs, NF-TENS: 4Hz mit 100 µs, Placebo-TENS: elektrischen Stimulation für die ersten 30 Sek. danach keine elektrischen Impulse. <u>Stromintensität:</u> 10% unter Schmerzschwelle <u>Elektrodenart:</u> vier 5x5cm Elektroden oberhalb und unterhalb des Knies	Einschätzung vor und nach einer Behandlung mit VAS	<u>VAS:</u> Die Schmerzintensität in Ruhe und in Bewegung verbesserte sich im Vorher- Nachher-Vergleich signifikant in allen 3 Gruppen HF-TENS, NF-TENS und Placebo TENS $p = 0.001$, $p = 0.01$ und $p = 0.0001$. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen feststellbar $p > 0.05$.
Gschiel et al. (2010)	TENS-Gruppe n=25 TENS-Placebo-Gruppe n=20 Landeskrankenhaus, Österreich	<u>Studiendauer:</u> 5 Wochen, davon 3 Wochen Intervention <u>Follow-up:</u> 2 Wochen nach letzter Behandlung <u>Anzahl Behandlungen:</u> 42 Behandlungen (morgens und abends) <u>Behandlungsdauer:</u> 30 Minuten <u>TENS-Gerät:</u> TENstem eco <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> TENS-Gruppe: Phase 1: Frequenz 100 Hz mit 150µs für 3 Sekunden. Phase 2: Frequenz 2Hz mit 200µs für 3Sek. <u>Elektrodenart:</u> zwei 5x5cm Elektroden wurden mit Gel auf den medialen und lateralen Kniegelenksspalt appliziert <u>Kontroll-/Vergleichsgruppen:</u> TENS-Placebo-Gruppe	Einschätzung zu Beginn, nach 1, 3 und 5 Wochen mit WOMAC-Index Tägliche Einschätzung mit VAS	<u>VAS:</u> Signifikante Schmerzreduktion $p < 0.05$ am Tag 11 und Tag 25 von 42 Tagen in TENS-Gruppe. Keine signifikante Schmerzreduktion nach Behandlungsende. <u>WOMAC-Schmerz:</u> Signifikante Schmerzlinderung nach 3 Wochen bis Follow-up zwischen TENS und TENS-Placebo-Gruppe feststellbar $p < 0.05$.

Law und Cheing (2004)	TENS ₂ n = 13 TENS ₁₀₀ n = 12 TENS _{2/100} n = 13 TENS _{Placebo} n = 10 Pflegeheim, China	<u>Studiendauer:</u> 2 Wochen Intervention + Follow up <u>Follow-up:</u> 2 Wochen nach letzter Behandlung <u>Anzahl Behandlungen:</u> 10 Behandlungen (5 pro Woche) <u>Behandlungsdauer:</u> 40 Minuten <u>TENS-Gerät:</u> LH204H; Beijing, China <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> TENS ₂ : 2Hz mit 576µs, TENS ₁₀₀ : 100Hz mit 200µs, TENS _{2/100} : 2Hz mit 576 µs für 3 Sek. & 100Hz mit 200µs für 2.5 Sek. TENS _{Placebo} : keine elektrischen Impulse <u>Stromintensität:</u> 25 mA bis 35mA, bis stark kribbelndes Gefühl. <u>Elektroden:</u> vier 4.5x 3.8cm Gummielektroden, Akupunkturpunkten	Messung vor jeder Behandlung sowie nach 20 Min., 40 Min., 60 Min. und 100 Min. nach jeder Behandlung mit VAS	<u>VAS:</u> In jeder Gruppe signifikante Schmerzlinderung beim Vorher- Nachher-Vergleich während der ersten Behandlung (p=0.000). Kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen erkennbar p>0.05. In TENS ₂ , TENS ₁₀₀ und TENS _{2/100} signifikante Schmerzlinderung nach Behandlungsende (p=0.000) sowie Follow-up (p=0.002) ersichtlich. Keine signifikante Unterschiede zwischen den drei aktiven Gruppen feststellbar p>0.05.
Cheing et al. (2003)	TENS 20 n = 10 TENS 40 n = 10 TENS 60 n = 10 TENS Placebo n = 8 Krankenhaus, China	<u>Studiendauer:</u> 2 Wochen Intervention + Follow up <u>Follow-up:</u> 2 Wochen nach letzter Behandlung <u>Anzahl Behandlungen:</u> 10 Behandlungen (5 pro Woche) <u>Behandlungsdauer:</u> TENS ₂₀ : 20 Min., TENS ₄₀ : 40 Min., TENS ₆₀ : 60 Min. und TENS _{Placebo} : 60 Min. <u>TENS-Gerät:</u> model 120Z; ITO, Tokyo <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> 100Hz mit 200µs, TENS _{Placebo} : keine elektrischen Impulse <u>Stromintensität:</u> Erhöhung bis starkem kribbelndem Gefühl <u>Elektroden:</u> vier 2x3cm Gummielektroden wurden mit Aqua-Gel an Akupunkturpunkten befestigt	Einschätzung bei jeder Sitzung zu Beginn, nach 20, 40 und nach 60 Min. und danach 2 stündlich bis nach 10 Stunden anhand der VAS	<u>VAS:</u> Nach einer Behandlung in jeder Gruppe signifikante Schmerzlinderung beim Vorher- Nachher-Vergleich p<0.05. Schmerzreduktion in den 3 aktiven TENS-Gruppen signifikant höher als in TENS-Placebo-Gruppe p<0.05. Kein Unterschied zwischen aktiven TENS-Gruppen feststellbar. Kumulative Wirkung ist bei den 3 aktiven TENS Gruppen am Tag 5, 10 und beim Follow-up signifikant höher als bei der TENS-Placebo p<0.05. TENS ₄₀ und TENS ₆₀ weisen am Tag 10 signifikant tiefere Werte als TENS ₂₀ auf p<0.05. Beim Follow-up weist die TENS ₄₀ eine signifikant höhere Schmerzreduktion als die TENS ₂₀ und die TENS ₆₀ auf p>0.05.
Ng et al. (2003)	TENS-Gruppe n = 8 EA Gruppe n = 8 Kontrollgruppe n = 8 Krankenhaus, China	<u>Studiendauer:</u> 2 Wochen Intervention + Follow up <u>Follow-up:</u> 2 Wochen nach letzter Behandlung <u>Anzahl Behandlungen:</u> 8 Behandlungen (4 pro Woche) <u>Behandlungsdauer:</u> 20 Minuten <u>TENS-Gerät:</u> 120Z, ITO Co. Ltd <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> 2Hz mit 200µs <u>Stromintensität:</u> Erhöhung bis erträgliche Muskelkontraktionen oder kribbelndes Gefühl <u>Elektroden:</u> zwei 5x3.5cm ² Oberflächenelektroden an Akupunkturpunkten <u>Standardtherapie:</u> Informationsbroschüre, für Allgemein Bildung und Selbstmanagement bei Gonarthrose <u>Kontroll-/Vergleichsgruppen:</u> Elektro-Akupunktur (EA), Kontrollgruppe	Einschätzung zu Beginn, nach 8 Behandlungen und zwei Wochen nach der letzten Behandlung mit NRS	<u>NRS:</u> Signifikante Schmerzlinderung im Vorher- Nachher-Vergleich durch TENS und EA nach 8 Sitzungen und bei Follow-up p<0.01. Keine signifikanten Verbesserungen der Kontrollgruppe p>0.05. Die Schmerzreduktion beim Follow-up war in der EA-Gruppe ausgeprägter als in der TENS-Gruppe.
Cheing et al. (2002)	TENS-Gruppe n = 16 TENS-Placebo Gruppe n = 16 Isometrische Übungsgruppe n = 15 TENS & isometrische Übungsgruppe n = 15 Krankenhaus, China	<u>Studiendauer:</u> 4 Wochen Intervention + Follow up <u>Follow-up:</u> 4 Wochen nach der letzten Sitzung <u>Anzahl Behandlungen:</u> 20 Behandlungen (5 pro Woche) <u>Behandlungsdauer:</u> 60 Minuten <u>TENS-Gerät:</u> Staodyn MAXIMA III; Staodyn Inc., Longmont Co, USA <u>Frequenz mit Impulsbreite:</u> TENS: 80Hz mit 140µs <u>Stromintensität:</u> bis erträgliche Muskelkontraktionen und kribbelndes Gefühl <u>Elektroden:</u> vier 4x4cm Oberflächenelektroden, Akupunkturpunkten <u>Kontroll-/Vergleichsgruppen:</u> TENS-Placebo-Gruppe, isometrischen Übungsgruppe, isometrische Übungsgruppe mit TENS	Einschätzung täglich von 1 bis 20 Sitzung und Follow-up jeweils 20 Min. vor und 20,40 und 60 Min. nach Stimulationsbeginn mit VAS	<u>VAS:</u> Während der ersten Behandlung signifikante Schmerzlinderung der TENS-Gruppe p<0.001. TENS-Gruppe weist dabei eine signifikant höhere Schmerzreduktion als die isometrische Übungsgruppe auf. Signifikante Schmerzlinderung über Studienverlauf und Follow-up bei TENS-Gruppe und TENS-Placebo Gruppe <0.05 Keine signifikante Schmerzlinderung über Studienverlauf in isometrische Übungsgruppe sowie TENS kombiniert mit isometrischen Übungen p>0.05-

Tabelle 4: Überblick der analysierten Studien

4.5 Qualität/Glaubwürdigkeit der Studien

Die Qualität der analysierten Studien wurde systematisch mit dem angepassten Bogen „Beurteilung einer Interventionsstudie“ von Behrens und Langer (2004) eingeschätzt.

In allen acht Studien wurden zur Rekrutierung angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert. In keiner Studie wurde eine Zufallsstichprobe gemacht.

Die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe erfolgte in zwei Studien verdeckt. Vance et al. (2012) sowie Law und Cheing (2004) führte die Zuteilung mittels versiegelten, blickdichten Briefumschlägen durch. In den restlichen 6 Studien wurde die Zuteilung der TN in die Gruppen nicht näher beschrieben.

In vier Studien wurden bei der Randomisierung bekannte sowie unbekannte Einflüsse gleichmässig auf die Untersuchungsgruppen verteilt, indem bei Atamaz et al. (2012) die Randomisierung anhand von zufälligen Zahlen erfolgte und in der Studie von Vance et al. (2012) mittels Blockrandomisierung. In zwei Studien fand die Zuteilung der Patienten durch eine stratifizierte Randomisierung statt (Cheing et al., 2003; Law & Cheing, 2004). Ng et al. (2003) benutzten spezifische Abbildungen auf Papierblättern. In drei Studien wurde die Randomisierung nicht näher beschrieben.

In allen analysierten Studien wurden die Teilnehmer, das Personal oder die Untersucher verblindet. Dabei haben Cheing et al. (2003) sowie Cheing et al. (2002) nur die Studienteilnehmer und Mascarin et al. (2012) sowie Ng et al. (2003) nur die Untersucher verblindet. In vier Studien fand eine Doppelverblindung statt, indem die Studienteilnehmer und die Untersucher verblindet wurden (Atamaz et al., 2012; Gschiel et al., 2010; Law & Cheing, 2004; Vance et al., 2012).

In allen analysierten Studien haben mindestens 80 Prozent der Teilnehmer, die zu Beginn der Studie teilgenommen haben, die Studie abgeschlossen. Im Falle eines Abbruchs wurde der Grund des vorzeitigen Endes beschrieben.

In sechs der analysierten Studien war zu Studienbeginn kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten feststellbar. Vance et al. (2012) sowie Ng et al. (2003) erkannten zu Beginn einen signifikanten Unterschied der Gruppen bezüglich des BMI. Vance et al. (2012) hatten zusätzlich einen signifikanten Unterschied bezüglich der Hitzeschmerzschwelle festgestellt.

Die Untersuchungsgruppen von sieben Studien wurden, abgesehen von der Intervention, alle gleich behandelt. In der Studie von Cheing et al. (2003) wurde den Teilnehmer der TENS-Placebogruppe erzählt, dass sie während der TENS kein Gefühl wahrnehmen werden.

Alle Teilnehmer wurden in der zu Beginn zugeteilten Gruppe beurteilt.

In sechs Studien war nicht ersichtlich, ob eine Power-Analyse durchgeführt wurde. In Atamaz et al. (2012) sowie Vance et al. (2012) wurde eine Poweranalyse ausgeführt und erfüllt.

Die Resultate von Law und Cheing (2004) stehen mit bereits erhaltenen Forschungsergebnissen im Einklang. Die Ergebnisse von fünf weiteren Studien sind mit früheren Ergebnissen teilweise vergleichbar. Gschiel et al. (2010) bestätigen die Ergebnisse andere Forschungsergebnisse nicht. In der Studie von Atamaz et al. (2012) lassen sich diesbezüglich keine Informationen entnehmen.

Drei der analysierten Studien erfüllten acht der zehn Gütekriterien und fünf der acht Studien erfüllten mindestens sechs Kriterien.

Die untenstehende Tabelle bietet eine Übersicht über die verschiedenen Aspekte der Qualität.

Autoren, Jahr	adäquate Rekrutierung	adäquate Einteilung	adäquate Randomisierung	Verblindung	Follow-Up >80%	Ähnlichkeit der Gruppen	gleiche Behandlung	Kein Wechsel in andere Gruppe	Poweranalyse durchgeführt	ähnliche Ergebnisse wie andere Studien
Atamaz et al. (2012)	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar
Mascarin et al. (2012)	Ja	Nein/ Unklar	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Teilweise
Vance et al. (2012)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Teilweise
Gschiel et al. (2010)	Ja	Nein/ Unklar	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Nein/ Unklar
Law und Cheing (2004)	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Ja
Cheing et al. (2003)	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Nein/ Unklar	Teilweise
Ng et al. (2003)	Ja	Nein/ Unklar	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Teilweise
Cheing et al. (2002)	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Ja	Ja	Nein/ Unklar	Teilweise

Tabelle 5: Überblick der Glaubwürdigkeit

5. Diskussion

5.1 Diskussion der Merkmale der analysierten Studien

Alle analysierten Studien, welche die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Gonarthrosepatienten untersuchten, wurden in Form einer Interventionsstudie durchgeführt. Interventionsstudien werden genutzt, um die Auswirkung einer pflegerischen Intervention auf den Patienten aufzuzeigen. Patienten und das Pflegesystem stehen in solchen Studien im Vordergrund. Interventionsstudien bieten dem Pflegepersonal die Möglichkeit einen Beitrag zur wissenschaftlichen Grundlage der Pflegepraxis zu leisten (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Daher kann davon ausgegangen werden, dass in der vorliegenden Arbeit angemessene Studien gewählt wurden, um die Forschungsfrage zu beantworten und dadurch einen Beitrag für die Pflegepraxis zu leisten.

Alle acht analysierten Studien zählen zu dem Studiendesign einer randomisierten kontrollierten Studie (RCT). Die drei typischen Merkmale einer RCT sind die Randomisierung, Kontrolle und Manipulation (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Durch die Randomisierung können Selektions-Bias vermieden werden, da abgesehen von der Intervention bekannte wie unbekannte Variablen gleichmässig auf die Untersuchungsgruppen aufgeteilt werden (Kunz, Kahn, Kleijnen & Antes, 2009). Die Kontrolle ermöglicht Vergleiche zwischen zwei oder mehreren Gruppen. Bei der Manipulation führt mindestens eine Gruppe eine Intervention durch, während eine andere Gruppe diese nicht ausführt (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Die RCT gilt unter den Interventionsstudien als „Goldstandard“ (Behrens & Langer, 2006). Daher kann abgeleitet werden, dass die Ähnlichkeit der Gruppen bezüglich der Merkmale aller Wahrscheinlichkeit gewährleistet wurde und das richtige Studiendesign gewählt wurde.

Entsprechend dem Klassifikationssystem von Rosswurm und Larrabee (1999) wiesen alle acht analysierten Studien den Evidenzgrad 1. b auf (zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674). Gemäss diesem Bewertungssystem zeigen die Studien einen hohen Grad der Evidenz. Obwohl die Studien gemäss diesem Bewertungssystem einen hohen Evidenzgrad aufweisen, kann nicht zwingend von einer hohen Studienqualität ausgegangen werden, da der Evidenzgrad je nach Bewertungssystem variieren kann. Daher wurde zusätzlich die Qualität der Studien eingeschätzt.

Die Studien wurden in der Türkei, USA, Brasilien, Österreich und China durchgeführt. Die TENS ist eine Schmerzbehandlungsmethode, welche auf der ganzen Welt durchgeführt wird (Johnson, 2014). Daher kann eine globale Aussage zur Wirkung der TENS gemacht werden. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass die Kultur, das soziale Umfeld und die Religion das Erleben sowie die Wahrnehmung von Schmerzen beeinflussen können (Oster-

brink, 2002). Weiter ist zu beachten, dass sich die östliche Mentalität wesentlich von der westlichen Mentalität unterscheidet. Die Anerkennung der Komplementärmedizin ist nicht in jeder Kultur gleich (Arakawa, 1995). Da nur eine Studie in Westeuropa durchgeführt wurde, ist es fraglich, ob diese Ergebnisse auf Westeuropa übertragbar sind.

Die Studien, welche in die Analyse einbezogen wurden, erschienen zwischen 2002 und 2012. Obwohl LoBiondo-Wood und Haber (2005) für evidenzbasierte Übersichtsarbeiten die Berücksichtigung von Literatur der letzten drei, vorzugsweise fünf Jahren empfehlen, wurde in der vorliegenden Literaturübersicht aktuelle und frühere Literatur einbezogen, damit ein umfassender Überblick zum Thema gegeben werden konnte. Auffallend ist, dass zwischen 2004 und 2010 wenig Literatur veröffentlicht wurde. Dies könnte daran liegen, dass die TENS-Geräte zu dieser Zeit wie beispielsweise in Deutschland in Supermärkten erhältlich waren und die TENS somit den Ruf einer professionellen Behandlungsmethode verlor. Da jedoch eine professionelle Instruktion zur Anwendung von TENS fehlte, wurde der Verkauf wieder eingeschränkt.

Die Grössen der Stichproben variierten in den analysierten Studien zwischen 24 bis 203 Teilnehmer. Die Grösse einer Stichprobe wird durch keine festen Richtlinien geregelt. Als Faustregel gilt, dass die Stichprobe so gross wie möglich sein sollte, denn je grösser sie ist, mit desto grösserer Wahrscheinlichkeit ist sie repräsentativ für die Population (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Laut Behrens und Langer (2010) wurde die Stichprobengrösse ausreichend gewählt, wenn signifikante Ergebnisse festgestellt werden. Da alle Ergebnisse signifikant waren, kann angenommen werden, dass die Stichprobengrössen ausreichend gewählt wurden und somit die Ergebnisse repräsentativ für die Population sind.

In den Studien nahmen 395 Frauen und 92 Männer teil. Theiler (2002) zeigt auf, dass Frauen ab dem 55. Lebensjahr häufiger an Arthrose leiden als Männer. Ein weiterer Grund für die vermehrte Teilnahme von Frauen in den Studien könnte sein, dass Frauen eher auf komplementäre und alternative Methoden zurückgreifen als Männer (Härtel & Volger, 2004). Die Schmerzwahrnehmung von Männer und Frauen ist unterschiedlich. Dies kann an den psychosozial geprägten Geschlechtsrollennormen und der individuellen Geschlechtsrollenorientierungen liegen. Von Frauen wird erwartet, dass sie über Schmerzen klagen und Gefühle wie Hilflosigkeit zum Ausdruck bringen. Bei Männern hingegen gilt das Eingestehen von Schmerzen als Schwäche (Teuber, Thiele & Eberhardt, 2006). Da in den Studien deutlich mehr Frauen als Männer teilnahmen, müssen die Ergebnisse mit Vorsicht auf Männer übertragen werden.

Fünf der analysierten Studien wurden von der Ethikkommission genehmigt. Ethikkommissionen kontrollieren Forschungsprojekte, um sicherzustellen, dass ethische Richtlinien zum Schutz der Untersuchungsteilnehmer eingehalten werden (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). In sieben Studien wurde eine Einwilligungserklärung der Teilnehmer eingeholt. Die

Einwilligungserklärung beruht auf einem ethischen Prinzip, welches gewährleistet, dass die Teilnahme an einem Forschungsprojekt freiwillig ist. Des Weiteren müssen die Teilnehmer über die möglichen Vorteile sowie Risiken informiert werden. Zur Einwilligung gehören das Verständnis des Forschungsanliegens und die Fähigkeit, seinen Willen zur Teilnahme äussern zu können (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). In einer Studie wurden die ethischen Aspekte nicht beschrieben (Law & Cheing, 2004). Daher kann schlussgefolgert werden, dass in sieben Studien die ethischen Aspekte berücksichtigt worden sind und dadurch die Patientenrechte gewährleistet wurden. Da für die Publikation von Studien die ethischen Richtlinien eingehalten werden müssen (LoBiondo-Wood & Haber, 2005), kann davon ausgegangen werden, dass die ethischen Prinzipien in der Studie von Law und Cheing (2004) berücksichtigt wurden.

Zur Schmerzerfassung wurden in allen analysierten Studien eindimensionale und/ oder mehrdimensionale Erfassungsinstrumente verwendet. Da die Schmerzempfindung individuell erlebt wird und die Beschreibung des Schmerzes immer subjektiv erfolgt, wird im klinischen Alltag die subjektive Schmerzeinschätzung häufig mittels einer Schmerzskala erfasst (Lauber & Schmalsteig, 2001). Eindimensionale Skalen, wie die Visuelle Analogskala (VAS) oder numerische Rating-Skala (NRS) erfassen die Schmerzintensität (Breivik et al., 2008). In allen analysierten Studien wurde die VAS oder NRS 0-10 verwendet. Dies ermöglichte der vorliegenden Arbeit eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Mehrdimensionale Erfassungsinstrumente beziehen die Beschreibung des Patienten und Auswirkungen auf die körperlichen, emotionalen und sozialen Bereiche mit ein (Breivik et al., 2008). Zu den mehrdimensionalen Erfassungsinstrumenten gehörten der Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index, das Nottingham Gesundheits Profile, die Lysholm-Skala und der SF-36 Fragebogen. Es wird davon abgeleitet, dass eine Kombination zwischen eindimensionalen und mehrdimensionalen Erfassungsinstrumenten vorteilhaft und zweckmässig ist, da somit objektive Schmerzeinschätzung mit einer Skala sowie die Sicht des Patienten in körperlichen, emotionalen und sozialen Bereiche besser erfasst werden kann.

Alle in den Studien verwendeten Erfassungsinstrumente sind reliabel und valide. Die Validität zeigt auf, ob das Messinstrument genau das misst, was das Instrument messen soll. Die Reliabilität gibt Auskunft darüber, inwieweit das Instrument bei wiederholten Messungen zum selben Ergebnis kommt (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Laut LoBiondo-Wood und Haber (2005) müssen Messinstrumente valide und reliabel sein, damit deren Resultate als gültig gelten. Da alle verwendeten Erfassungsinstrumente als valide und reliabel gelten, wird davon ausgegangen, dass die erfassten Daten zu adäquaten Studienergebnissen führten.

Die Wirkung von TENS auf die Bewegungsfähigkeit wurde mittels eines Goniometers erfasst. Die Funktionsfähigkeit wurde anhand des Timed-up-and-go Tests, einem 6-Minuten Geh-Test oder mit der Messung der Zeit von 15 Minuten Gehen ermittelt. Das Untersuchen von der Bewegungs- und Funktionsfähigkeit ist von besonderer Bedeutung, da aus einer Gonarthrose eine zunehmende Bewegungseinschränkung resultiert (Madry & Kohn, 2004). Die Bewegungseinschränkung und die Schmerzen beeinflussen einander gegenseitig (Cheing et al., 2002). Deshalb ist es wichtig, dass neben Schmerzen auch andere Symptome von Patienten mit Gonarthrose erfasst werden. Das Aufzeigen der Zusammenhänge der einzelnen Variablen wurde in der vorliegenden Literaturübersicht nicht berücksichtigt.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

In allen Studien wurde die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose untersucht. Die Gonarthrose ist weltweit die häufigste Gelenkerkrankung (Arden & Nevitt, 2006). Die Zahl der Erkrankten wird in den nächsten Jahren zunehmen (Peters et al., 2010). Daher werden Patienten mit Gonarthrose von Pflegepersonen zunehmend begleitet. Das Hauptsymptom einer Arthrose ist der Schmerz (Lehmann & Stöve, 2004). Schmerzen führen zu einer reduzierten Lebensqualität und mindern die Autonomie bezüglich der selbstbestimmten Lebensweise (Bork et al., 2005). Die Pflegefachperson ist beim Schmerzmanagement für das Einleiten von nicht-medikamentösen Verfahren wie TENS verantwortlich (Menche, 2007). Die TENS ist eine Schmerzbehandlungsmethode, bei der durch die Anwendung von elektrischen Impulsen eine Schmerzlinderung bewirkt wird (Sluka & Walsh, 2003). Die Wirkung der TENS auf Schmerzen wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Die Ergebnisse von allen analysierten Studien zeigten eine signifikante Linderung der Schmerzintensität durch die TENS. Somit konnte die vorliegende Arbeit die Wirkung von TENS auf die Schmerzintensität bei Gonarthrose bestätigen. Zum gleichen Ergebnis kamen bereits Rutjes et. al. (2010) in ihrer systematischen Literaturreview über die Wirkung von TENS auf Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose.

In den analysierten Studien wurden verschiedene TENS-Geräte mit unterschiedlichen Stimulationsformen, Impulsbreiten sowie Stromintensitäten verwendet. Die Zahl der verschiedenen TENS-Geräte nimmt ununterbrochen zu und ist unüberschaubar geworden. Die Geräte unterscheiden sich durch die Ausstattung, Handlichkeit und Preis (Porthmann, 2003). Die Autorin geht davon aus, dass sich die Geräte bezüglich der Wirkung nicht unterscheiden, da sich laut Porthmann (2003) nur die Grösse, der Preis und Einstellungspara-

parameter unterscheiden. Die Einstellungen waren jedoch verschieden und können daher den Behandlungseffekt der TENS-Behandlung beeinflusst haben.

In vier Studien wurde die hochfrequente TENS durchgeführt. Ng et al. (2003) untersuchten die Wirkung der niederfrequenten TENS und Gschiel et al. (2010) die Wirkung der Burst-TENS. Vance et al. (2012) überprüften die Wirkung der hochfrequenten und niederfrequenten TENS sowie Law und Cheing (2004) die Wirkung der hochfrequenten-, niederfrequenten- und Burst-TENS. In der Studie von Law und Cheing (2004) konnten hochfrequente-, niederfrequente- und Burst-TENS gleichermassen die Schmerzen bei Gonarthrose signifikant lindern. Vance et al. (2012) bestätigten dieses Ergebnis, indem hochfrequente und niederfrequente TENS die Schmerzen signifikant senken konnten. Laut Han et al. (1991) beruht die schmerzlindernde Wirkung der hochfrequenten-, niederfrequenten- und Burst-TENS auf unterschiedlichen analgetischen Mechanismen. Bei der niederfrequenten TENS (1-4Hz) werden Endorphine freigesetzt, um die nozizeptive Information aus der Peripherie zu blockieren. Die hochfrequenten TENS (50 – 100Hz) aktiviert das segmentale System im Rückenmark und das Serotoninsystem im Hirnstamm, um Schmerzen zu lindern (Porthmann, 2003). Bei der Burst-TENS werden kurze Impulszüge mit einer Frequenz von 1 – 4Hz mit inneren Frequenzen von 50 – 100Hz verwendet. Sie bildet somit eine Kombination von den hochfrequenten und niederfrequenten Stimulationsformen (Thomm, 2012). Da sowohl die hochfrequente- als auch die niederfrequente TENS auf verschiedenen analgetischen Mechanismen beruhen, stellt sich nun die Frage, ob die Kombination einen kumulativen analgetischen Effekt produziert. In den analysierten Studien konnte jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen der Wirkung der TENS bezüglich den verschiedenen Frequenzen ermittelt werden. Daraus resultiert, dass sowohl die hochfrequente-, als auch die niederfrequente- und Burst-TENS zu einer signifikanten Reduzierung der Schmerzintensität beitragen.

In den Studien reichte die Impulsbreite von 50 Mikrosekunden (μ s) – 576 μ s, wobei in der Studie von Atamaz et al. (2012) keine Impulsbreite angegeben wurde. Die Impulsbreite ist mit entscheidend für das Faserspektrum, welches erregt werden soll. Die üblichen Impulsbreiten betragen zwischen 100 und 250 μ s (Porthmann, 2003). Obwohl in der Studie von Law und Cheing (2004) eine Impulsbreite von über 250 μ s angewendet wurde, unterscheidet sich das Ergebnis nicht von den anderen Resultaten der analysierten Studien. Daher kann keine Empfehlung abgeleitet werden.

Die Impulsintensität wurde zwischen 10 bis 35 Milliampere (mA) oder nach subjektivem Empfinden eingestellt. Laut Porthmann (2003) muss eine Stärke von 10-60 mA zwischen den Hautelektroden angelegt werden, damit die Stromdichte in dem Gewebe, das die Nervenfasern umgibt, genügend hoch ist. Grundsätzlich gilt, dass die zur Nervenreizung erforderliche Impulsintensität mit der Zunahme von Impulsbreite und Impulsfrequenz sinkt

(Junker & Nolte, 2005). Obwohl Empfehlungen bezüglich der Impulsbreite und der Impulsintensität stehen, leitet sich die Frage ab, ob die Impulsbreite sowie die Impulsintensität nicht individuell auf die Impulsfrequenz angepasst werden müssen. Da noch keine klaren Hinweise über den Einfluss der Frequenz, Impulsdauer und Impulsintensität auf das Behandlungsergebnis existieren, sollten in Zukunft gute methodologische Studien mit genaueren Daten bezüglich Stimulationsformen der TENS bei Gonarthrose durchgeführt werden. Weiter variierten in den Studien die gewählte Impulsfrequenz, Impulsbreite sowie Impulsintensität. Aufgrund dessen war das Vergleichen der Ergebnisse schwierig. Daher sollten in künftigen Forschungen eine Homogenität bezüglich den Methoden der TENS geschaffen werden.

In den analysierten Studien unterschieden sich die Elektrodenart, Elektrodengrösse sowie Applikationspunkte der Elektroden. Über die Elektroden werden die Fasern eines oberflächennah verlaufenden Nerven sowie die Nervenendigungen und Rezeptoren in der Haut gereizt (Thomm, 2012). In fünf Studien wurden selbstklebende Oberflächenelektroden eingesetzt. Diese sind deutlich einfacher in der Handhabung als Gummielektroden und weisen eine sehr gute Hautverträglichkeit auf (Junker & Nolte, 2005). In drei Studien wurden Gummielektroden verwendet (Cheing et al., 2003; Gschiel et al., 2010; Law & Cheing, 2004). Gummielektroden eignen sich besonders gut, da sie einen gewissen inneren Widerstand besitzen und somit den Strom gleichmässiger auf die Elektrodenoberfläche verteilen (Porthmann, 2003). Da in allen Studien eine signifikante Schmerzlinderung bewiesen wurde, kann abgeleitet werden, dass es keine Rolle spielt, ob selbstklebende Oberflächenelektroden oder Gummielektroden benützt werden. Ein wichtiger Aspekt beinhaltet, die Autonomie des Patienten zu berücksichtigen. Der Patient soll die Elektrodenart eigenständig wählen dürfen, da sowohl die selbstklebende Oberflächenelektroden wie auch die Gummielektroden Vorteile haben.

Die Elektrodengrösse in allen analysierten Studien reichte von 2x3cm bis 5x5cm. Laut Thomm (2012) müssen die Elektroden eine Mindestgrösse von 10 – 15 cm² haben, damit im Gewebe die notwendige Stromdichte erhalten bleibt und dabei die Haut nicht irritiert wird. Obwohl Thomm (2012) eine Elektrodengrösse von mindestens 10 – 15 cm² empfiehlt, stellt sich die Frage, ob kleinere Elektroden nicht ausreichen, da in der Studie von Cheing et al. (2003) TENS mit kleineren Elektroden durchgeführt wurde und trotzdem eine signifikante Schmerzlinderung und keine Nebenwirkungen festgestellt wurden.

Die Elektroden können unterschiedlich platziert werden (Junker & Nolte, 2005). In vier Studien wurden die Elektroden lokal über die schmerzende Region befestigt (Atamaz et al. 2012; Gschiel et al., 2010; Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012). In vier Studien wurden die Elektroden an Akupunkturpunkten appliziert. Akupunkturpunkte sind Stellen

über die gezielt auf die Lebens- und Körperenergie Einfluss genommen werden kann (Junker & Nolte, 2005). Akupunkturpunkte werden gewählt, da sie wahrscheinlich das Maximum der körpereigenen Endorphine freisetzen (Cheing et al., 2003). Da in allen Studien eine Schmerzlinderung durch TENS festgestellt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Applikationsstellen keinen Einfluss auf die Wirkung hatten.

Die Anwendung der TENS bezüglich der Dauer wurde in den Studien unterschiedlich praktiziert. Die Behandlungsdauer der TENS in den analysierten Studien reichte von 20 bis 60 Minuten. In der Studie von Cheing et al. (2003) konnten Schmerzen bereits nach 20, 40 oder 60 Minuten signifikant gelindert werden, wobei die längste Wirkung nach 40 Minuten TENS erreicht wurde. Obwohl Thomm (2012) eine Behandlungsdauer bei chronischen Schmerzen von 20-30 Minuten empfiehlt, stellt sich die Frage, ob 20 Minuten die optimale Behandlungsdauer ist, da in den fünf Studien, in denen TENS 20 Minuten durchgeführt wird, kein Unterschied zwischen TENS und den Vergleichsgruppen beziehungsweise der TENS-Placebo-Gruppen bestand (Atamaz et al., 2012; Cheing et al., 2003; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003; Vance et al., 2012). Daher sollte eine TENS-Behandlung 40 Minuten dauern.

Die Behandlungen wurden zweimal täglich oder mehrmals wöchentlich durchgeführt. Laut Thomm (2012) sollte die TENS Behandlung bei chronischen Schmerzen 2 – 4mal täglich durchgeführt werden. In der vorliegenden Arbeit betrug das kürzeste Intervall 2mal täglich (Gschiel et al., 2010). Bereits bei dieser Dauer konnte eine signifikante Schmerzlinderung festgestellt werden. Dementsprechend kann abgeleitet werden, dass auch bei längeren Zwischenintervallzeiten die TENS Schmerzen reduzieren kann. Dies kann sich auch positiv auf die Patienten Compliance auswirken, da die Behandlung somit nicht mehr als zweimal täglich durchgeführt werden muss. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass der Schmerz ein bio-psycho-soziales Phänomen ist. Zuwendung und Unterstützung sind zur Linderung von chronischen Schmerzen ebenso wichtig wie eine aktiv durchgeführte Therapie. Daher haben kürzere Intervalle auch ihre Vorteile.

Die Anzahl Behandlungen von TENS in den Studien variierte zwischen einer Behandlung und 42 Behandlungen. Die Gesamtstudiendauer reichte von einem Tag bis zu 6 Monaten. In vier Studien wurde eine direkte signifikante Schmerzlinderung nach einer TENS Behandlung festgestellt (Cheing et al., 2003; Cheing et al., 2002; Law & Cheing, 2004; Vance et al., 2012). In vier Studien wurde eine Langzeitwirkung der TENS auf die Schmerzhintensität beobachtet (Cheing et al., 2003; Cheing et al., 2002; Law & Cheing, 2004; Ng et al., 2003). Gschiel et al. (2010) beobachtete eine direkte Wirkung von TENS auf die Schmerzhintensität, jedoch keine Langzeitwirkung. Laut Sandkühler (2001) wird eine langanhaltende Analgesie durch eine leicht schmerzhaft Reizintensität, wie bei der niederfre-

quenten TENS, erreicht, während bei der hochfrequenten TENS eine Analgesie meist nur für die Dauer der Stimulation erreicht wird. Obwohl Sandkühler (2001) dies auf die zugrundeliegenden analgetischen Mechanismen zurückführt, ist diese Theorie fragwürdig, da vier der fünf Studien, welche die Langzeitwirkung mit hochfrequenter TENS untersuchten, zu einer signifikanten Schmerzreduzierung bereits nach zwei Wochen gelangten.

Die TENS wurde von verschiedenen Berufsgruppen an unterschiedlichen Orten durchgeführt. In drei Studien führte ein Physiotherapeut die Behandlungen durch (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Law & Cheing, 2004). In der Studie von Vance et al. (2012) wurde die TENS von einem Forscher ausgeführt. In vier der analysierten Studien war nicht zu entnehmen, wer die Behandlung durchführte. In der Studie von Mascarin et al. (2012) führte ein erfahrener Physiotherapeut die Behandlungen durch. Der Ausbildungsgrad der Physiotherapeuten und des Forschers der anderen Studien sind unklar. Die TENS trägt als Selbstbehandlung chronischer Schmerzkranker motivierend zur Aktivierung bei und verbessert somit das Wohlbefinden (Thomm, 2012). Die Selbstbefähigung sowie Selbstbemächtigung ist ein Grundgedanke des Empowerment, um Ressourcen des Betroffenen zu fördern sowie personale Kompetenzen weiterzuentwickeln (Amering & Schmolke, 2006). Da jedoch die TENS-Behandlung in den Studien jeweils von anderen Personen durchgeführt wurde, konnte dieser grosse Vorteil von TENS nicht genützt werden.

Damit der Patient die Therapie korrekt durchführen kann, muss dieser zuvor eine Instruktion von Gesundheitsfachpersonen erhalten (Johnson, 2014). Die Patienten können durch Pflegepersonen nach einer Schulung und ärztlicher Verordnung instruiert werden. Für den pflegerischen Aufwand werden 16-30 Minuten gerechnet (Bulechek et al., 2013). Für die Pflegepersonen bedeutet das einen verminderten Arbeitsaufwand, da die Therapie nach einer guten Instruktion vom Patienten selbstständig durchgeführt werden kann. Auffallend ist, dass die TENS in keiner Studie von der Pflege durchgeführt wurde. Daher müssten Weiterbildungen bezüglich TENS, deren Wirkung sowie Anwendung für Pflegepersonen angeboten werden. Dabei wäre eine Zusammenarbeit mit der Physiotherapie denkbar, da die TENS dort häufig durchgeführt wird.

Die TENS-Behandlungen wurden in sieben Studien in medizinischen Einrichtungen und in der Studie von Mascarin et al. (2012) in einem Forschungsinstitut durchgeführt. Die TENS wird vorwiegend ambulant in der Physiotherapie oder in Privatkliniken anstatt in der Primärversorgung angewendet (Johnson, 2014). Die Patienten können die Therapie aktiv und selbstverantwortlich in Form einer Heimbehandlung übernehmen (Gschiel et al., 2010). Somit würde der Patient Autonomie zurück gewinnen und kann aktiv etwas gegen seine Schmerzen unternehmen. Die Heimbehandlung kann sowohl das Wohlbefinden des

Patienten fördern, wie auch die Gesundheitskosten senken. Da die TENS-Behandlungen in den Studien in klinischen Settings durchgeführt wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Zuwendung, Begleitung und Unterstützung in den analysierten Studien als zusätzliche Therapie dienten. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass genau diese pflegerischen Aspekte wichtig sind, für einen Patienten mit chronischen Schmerzen.

In der Studie von Atamaz et al. (2012) führten die Teilnehmer neben der TENS auch ein Übungs- und Bildungsprogramm und in der Studie von Mascarin et al. (2012) eine Bewegungstherapie durch. Die Teilnehmer der Studie von Ng et al. (2003) erhielten Informationsbroschüren zur Allgemeinbildung und Selbstmanagement bei Gonarthrose. Zu den allgemeinen Massnahmen zur Therapie der Gonarthrose gehören eine Gewichtsreduktion bei Übergewicht, regelmässige physiologische Bewegung des arthrotischen Gelenks und eine ausgewogene Ernährung (Höher & Erggelet, 2003). Da diese Massnahmen wichtig bei der Therapie von Gonarthrose sind, kann der Lebensstil durch Informationsbroschüren und ein Bewegungsprogramm verbessert werden und somit besteht das Risiko, dass die Schmerzlinderung in diesen 3 Studien nicht ausschliesslich auf die TENS zurückzuführen war.

In vier Studien führten die Teilnehmer der Vergleichsgruppen Kinesiotherapie, Ultraschall, Elektroakupunktur, Interferenzstromverfahren, Kurzwellendiathermie und/oder isometrische Übungen durch (Atamaz et al., 2012; Cheing et al., 2002; Mascarin et al., 2012; Ng et al., 2003). In den Studien von Atamaz et al. (2012), Mascarin et al. (2012) und Ng et al. (2003) war kein signifikanter Unterschied bezüglich der Wirkung von TENS und Interferenzstromverfahren, Kurzwellendiathermie, Kinesiotherapie, Ultraschalltherapie sowie Elektroakupunktur feststellbar. Cheing et al. (2002) beobachteten eine signifikant höhere analgetische Wirkung von TENS im Vergleich zu isometrischen Übungen. Viele komplementäre Schmerzbehandlungsmethoden wirken direkt auf die Schmerzintensität (Menche, 2007). Callahan et al. (2009) empfehlen, dass Patienten mit Arthrose über ergänzende Interventionsmöglichkeiten informiert werden sollen. Um Patienten individuell zu beraten ist es daher wichtig, dass die Pflegepersonen mehrere komplementäre Behandlungsmethoden kennen. Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Einstellung des Patienten gegenüber der Behandlung erfasst werden muss, da diese einen wesentlichen Einfluss auf den Behandlungseffekt hat.

In sechs Studien wurden die Kontrollgruppen von TENS-Placebo-Gruppen gebildet. Vance et al. (2012) und Law und Cheing (2004) konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen der Wirkung von TENS und Placebo-TENS nach einer Behandlung feststellen. Cheing et al. (2002) fanden keinen signifikanten Unterschied zwischen der Wirkung von TENS und Placebo-TENS nach einer Behandlungsdauer von 4 Wochen. Unter Placebo

wird nicht nur ein Schein-Medikament oder eine Schein-Wirkung verstanden, sondern auch der Einfluss des Behandlungsumfeldes und die Erwartungen des Patienten (Kentenich & Pietzner, 2011). Der Placebo-Effekt kann von verschiedenen Faktoren verursacht werden, wie dem Alter der Teilnehmer, der Diagnose, dem Studiendesign und der Beziehung zwischen Therapeut und Patient (Johnson & Din, 1997). Weiter können Einfühlung, Aufmerksamkeit und Zuwendung deutlich zu einem Therapieerfolg beitragen (Gruber & Donhauser-Gruber, 2013). Es kann also nicht ausgeschlossen werden, dass die Studienergebnisse von Placebos beeinflusst worden sind. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass die Aufmerksamkeit und Zuwendung einen wichtigen Bestandteil der Pflege bildet.

In der Studie von Gschiel et al. (2010) und in Atamaz et al. (2012) wurden keine unerwünschten Wirkungen durch TENS festgestellt. In sechs Studien war nicht zu entnehmen, ob die Teilnehmer unerwünschte Wirkungen hatten. Die TENS wird in der Literatur als nebenwirkungsarm beschrieben (Jones & Johnson, 2009; Junker & Nolte, 2005; Porthmann, 2003). Laut Thomm (2012) hilft die TENS den Analgetikaverbrauch zu senken und kann über Monate und Jahre gefahrlos angewendet werden. Gelegentlich kann es zu leichten Hautirritationen aufgrund einer allergischen Reaktion auf die Elektroden oder bei falscher Verwendung zu milden Verbrennungen kommen (Thomm, 2012). Kontraindikationen, wie das Tragen eines Herzschrittmachers oder Metallimplantaten, Blutungsstörungen, Epilepsie oder eine Schwangerschaft müssen berücksichtigt werden (Jones & Johnson, 2009). Da in allen Studien Teilnehmer mit Kontraindikationen anhand der Ausschlusskriterien ausgeschlossen wurden und zudem eine gute Patienten Compliance zu beobachten war, kann davon ausgegangen werden, dass die TENS in den analysierten Studien keine unerwünschten Wirkungen verursachte. Dennoch müssen Pflegepersonen bei der Anwendung von TENS die Nebenwirkungen kennen und diese berücksichtigen.

In zwei Studien wurde die Bewegungsfähigkeit aufgrund von TENS verbessert und in zwei Studien wurde keine signifikante Verbesserung festgestellt. Die Funktionsfähigkeit wurde in zwei Studien durch die TENS verbessert und in drei Studien wurde keine signifikante Verbesserung gefunden. Die Immobilität zählt neben den Schmerzen zu den Hauptsymptomen der Gonarthrose. Die Ursache bildet das aufgrund von Knochenneubildungen deformierte Kniegelenk. Eingeklemmte Knorpelfragmente können das Gelenk sperren (Madry & Kohn, 2004). Da sich die Gelenkkontur vergrößert und der Gelenkspalt schmaler wird, entsteht zusätzlich eine Instabilität des Gelenks (Rümelin, 2003). Daher kann abgeleitet werden, dass ab einem gewissen Grad der Gonarthrose auch eine Schmerzreduktion die Bewegungs- und Funktionsfähigkeit nicht mehr verbessern kann. Dennoch trägt eine Schmerzreduktion zur Lebensqualität bei.

Andere Therapien, welche in den analysierten Studien durchgeführt wurden und Schmerzen signifikant lindern konnten, waren Kinesiotherapie, Ultraschall, Elektroakupunktur, Interferenzstromverfahren und Kurzwellendiathermie. Alle aufgezählten Therapien gehören zu den physikalischen Behandlungsmöglichkeiten. Der Wirkmechanismus der physikalischen Therapien beruht auf der Aktivierung von Heilkräften des Körpers durch physikalische Faktoren wie Wärme und Kälte, Licht, Wasser, mechanische Energie und Elektrizität (Menche, 2007). Die physikalischen Behandlungsmethoden sind wichtig, da sie helfen können, wo andere Therapien scheiterten (Carr, 2002). Daher ist es von Bedeutung, dass komplementäre Behandlungsmethoden angewendet werden. Da das Schmerzmanagement eine wichtige Aufgabe der Pflege bildet, ist es wichtig, dass die Pflegepersonen über TENS sowie weitere physische Behandlungsmethoden Bescheid wissen und dieses Wissen auch weitergeben können.

5.3 Diskussion Qualität/Glaubwürdigkeit

In keiner der analysierten Studien wurde eine Zufallsstichprobe durchgeführt. Eine Zufallsstichprobe beschreibt die Bildung einer Stichprobe durch ein spezielles Auswahlverfahren, bei dem jedes Element der Gesamtheit die gleiche Chance hat, in die Stichprobe zu gelangen. Dieses Verfahren ist jedoch zeitaufwändig und wenig effizient. Ein weiteres Verfahren um eine Zielpopulation auszuwählen, ist das Definieren von Ein- und Ausschlusskriterien. Anhand von diesen Kriterien können Forscher eine bestimmte Population bestimmen und über diese verallgemeinernde Aussagen machen (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Da in allen analysierten Studien angemessene Ein- und Ausschlusskriterien definiert wurden, kann von einer repräsentativen Stichprobe ausgegangen werden.

In zwei Studien erfolgte die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppen mit einer verdeckten Zuteilung per blickdichten, versiegelten Briefumschlägen (Law & Cheing, 2004; Vance et al., 2012). Eine verdeckte Zuteilung dient dazu, dass die Gruppenzugehörigkeit eines Teilnehmers nicht vorhersehbar ist. Dadurch werden Selektionsbias minimiert (Behrens & Langer, 2010). Da in sechs Studien die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppen nicht näher beschrieben wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Selektionsbias aufgetreten sind und die Studienresultate möglicherweise verfälscht wurden.

Die Randomisierung erfolgte bei Atamaz et al. (2012) anhand von zufälligen Zahlen und in der Studie von Vance et al. (2012) mittels Blockrandomisierung. In zwei Studien fand die Zuteilung der Patienten durch eine stratifizierte Randomisierung statt (Cheing et al., 2003; Law & Cheing, 2004). Da in drei Studien die Randomisierung nicht näher beschrieben wurde und Ng et al. (2003) spezifische Abbildungen auf Papierblättern zur Randomisie-

rung verwendeten, wurde die Randomisierung in diesen Studien aufgrund der nicht Reproduzierbarkeit als nicht adäquat betrachtet. Von Randomisierung wird gesprochen, wenn jeder Teilnehmer die gleiche Möglichkeit hat, in eine der Untersuchungsgruppen eingeteilt zu werden. So können Verfälschungen ausgeschlossen werden und die Stichprobe ist repräsentativ (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Da die Randomisierung somit in vier Studien als nicht adäquat betrachtet wurde, kann davon ausgegangen werden, dass das Risiko eines Selektionsbias vorhanden ist.

In allen analysierten Studien wurden der Therapeut, die Studienteilnehmer und/oder die Untersucher verblindet. Laut Behrens und Langer (2010) dient die Verblindung dazu, Performance Bias bei Interventionsstudien zu vermindern. Je weniger Personen um die Einteilung wissen, desto geringer ist die Möglichkeit, dass die Teilnehmer die Studienresultate verfälschen, da sie sich bewusst oder unbewusst anders verhalten könnten. Weiter kann es zu einem Beobachter-Bias kommen, wenn die Einschätzung des Therapieerfolges durch die behandelnde Person vorgenommen wird. Dem Beobachter-Bias kann durch sachgerechte Verblindung der Auswerter entgegengewirkt werden. Da in vier Studien eine einfache Verblindung sowie in vier Studien jeweils die Studienteilnehmer und die Untersucher verblindet wurden, kann abgeleitet werden, dass das Risiko des Performance-Bias sowie des Beobachter-Bias minimiert wurde.

Alle analysierten Studien wiesen ein Follow-up von über 80 Prozent auf und die Ausfallquoten wurden jeweils begründet. Die Follow-up-Rate beeinflusst die Glaubwürdigkeit von Interventionsstudien. Ein hohes Follow-up ist von Bedeutung, da sich Ausfälle negativ auf die Studienresultate auswirken können. Eine Studie mit einem Follow-up von über 80 Prozent weist eine gute Studienqualität auf (Behrens & Langer, 2010). Entsprechend kann abgeleitet werden, dass die Studien einer höheren Studienqualität entsprechen.

In sechs Studien wurden zu Studienbeginn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten beobachtet. In den Studien von Cheing et al. (2002) sowie Vance et al. (2012) waren zu Studienbeginn signifikante demographische Unterschiede zwischen den Gruppen, in Bezug auf den Body-Mass-Index (BMI) vorhanden. Weiter zeigte sich in der Studie von Vance et al. (2012) ein signifikanter klinischer Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen bezüglich der Hitzeschmerzschwelle. Laut Behrens und Langer (2010) können sich demographische und klinische Daten auf das Studienresultat auswirken. Eine homogene Stichprobe reduziert die aufgrund der Stichprobenauswahl möglichen Verfälschungen der Studienresultate (LoBiondo-Wood & Hager, 2005). Da in sechs Studien keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen festgestellt wurden, kann deduziert werden, dass die klinischen und demographischen Daten die Studienergebnisse nicht beeinflusst haben.

Alle Studienteilnehmer wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt, mit Ausnahme der Teilnehmer der Studie von Cheing et al. (2003). In dieser Studie wurde den Teilnehmer der Placebo-Gruppe erklärt, dass sie bei TENS nichts spüren würden. Wenn systematische Unterschiede in den Untersuchungsbedingungen ausserhalb der eigentlichen Intervention vorliegen, besteht das Risiko eines Performance-Bias. Diesem Bias kann durch eine sachgerechte Verblindung entgegengewirkt werden (Behrens & Langer, 2010). Da in der Studie von Cheing et al. (2003) eine Verblindung durchgeführt wurde und in sieben Studien abgesehen von der Intervention alle Teilnehmer gleich behandelt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass keine anderen Massnahmen die Studienergebnisse verfälscht haben.

Da in keiner Studie ein Wechsel eines Teilnehmers in eine andere Untersuchungsgruppe stattfand, wurde auch keine Intention-to-Treat Analyse durchgeführt. Laut Behrens und Langer (2010) kann ein Wechsel eines Studienteilnehmers in eine andere Untersuchungsgruppe die Randomisierung auflösen und somit den Effekt einer Intervention verzerren. Weiter besteht die Gefahr eines Attritions-Bias, wenn systematische Unterschiede bezüglich der Studienabbrecher und –wechsler vorliegen. Da kein Wechsel eines Teilnehmers stattfand, geht die Autorin davon aus, dass das Risiko bezüglich des Attritions-Bias vermindert wurde und die Stichproben repräsentativ sind.

Atamaz et al. (2012) sowie Vance et al. (2012) berechneten in ihren Studien eine Power-Analyse und erfüllten diese auch. In sechs Studien war nicht ersichtlich, ob eine Power-Analyse berechnet wurde. Die Grössen der Stichproben müssen in Interventionsstudien ausreichend gewählt werden, damit der Effekt einer Pflegemassnahme auf die Intervention zurückzuführen ist. Wenn die Stichprobengrösse zu klein gewählt wurde, ist die Studie nur bei einer Effektgrösse von >0.8 in der Lage, einen Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen zu bestätigen (Behrens & Langer, 2010). Da in den Studien von Atamaz et al. (2012) sowie Vance et al. (2012) eine Effektgrösse von über 0.8 erreicht wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die beobachteten Effekte auf die TENS zurückzuführen sind. In den sechs Studien, in denen nicht ersichtlich ist, ob eine Poweranalyse durchgeführt wurde, ist unklar, ob die festgestellten Effekte auf die ausgeführte Intervention zurückzuführen sind.

Die Ergebnisse von Law und Cheing (2004) sind mit bereits erhaltenen Resultaten von vorherigen Studien vergleichbar. Bei fünf Studien stehen die Ergebnisse teilweise mit anderen Studienresultaten im Einklang. Gschiel et al. (2010) bestätigen in ihrer Studie die früheren Forschungsergebnisse nicht. In der Studie von Atamaz et al. (2012) lassen sich diesbezüglich keine Informationen entnehmen. Die Glaubwürdigkeit einer Forschung wird durch kongruente Ergebnisse früherer Studien bestärkt (Behrens & Langer, 2010). Die

Glaubwürdigkeit wird somit in sechs Studien erhöht, da in diesen Studien über identische oder ähnliche Resultate berichtet wurde.

Da drei der analysierten Studien acht und die anderen fünf mindestens sechs der zehn Gütekriterien erfüllten, kann von einer mittleren bis guten Studienqualität ausgegangen werden.

5.4 Kritische Würdigung

Die vorliegende Literaturübersicht beantwortet die ursprüngliche Forschungsfrage. Für das Erstellen der vorliegenden Arbeit setzte sich die Autorin intensiv mit der bestehenden Fachliteratur auseinander. Um die Wichtigkeit des Themas darzustellen und einen Beitrag zur evidenzbasierten Pflege zu leisten wurde der Hintergrund, Forschungsstand sowie die Ziele der systematischen Literaturübersicht ausführlich beschrieben. Weiter wurde eine präzise Forschungsfrage mit drei Hauptkonzepten klar definiert. Die systematische Literaturrecherche fand von Juli bis November 2013 in drei pflegerelevanten Datenbanken statt. Eine weitere Recherche wurde in der Datenbank Health Source durchgeführt. Da jedoch nur Doppelbefunde aus den anderen Datenbanken ersichtlich waren, wurde die Suche nicht in die Suchstrategie aufgenommen. Die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden Arbeit hätte durch eine Handsuche, Expertenbefragung oder der Einbezug von physiotherapeutischen Datenbanken wie PEDRO erhöht werden können. Da die Suche jedoch in vier pflegerelevanten Datenbanken durchgeführt wurde, geht die Autorin davon aus, dass keine relevanten Studien übersehen wurden.

In den Datenbanken wurde systematisch mittels drei Hauptbegriffen gesucht. Die Suchstrategie wurde klar dokumentiert. Durch die detaillierte Festhaltung der systematischen Literatursuche wurde die Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden Arbeit erhöht.

Anhand von formulierten Ein- und Ausschlusskriterien konnten die Ergebnisse der Literatursuche durch mehrmaliges, aufmerksames Lesen des Studientitels und des Abstracts kritisch überprüft werden. Somit konnten relevante Studien für die Beantwortung der Forschungsfrage gefunden werden. Da in der Literatursuche jedoch nur deutsche, englische oder französische Studien einbezogen wurden, besteht die Möglichkeit, dass relevante Literaturen in anderen Sprachen übersehen wurden.

Obwohl die Nachvollziehbarkeit und Vertrauenswürdigkeit der Literatursuche durch eine zweite unabhängige Person hätte erhöht werden können, wurde das Risiko von übersehenen, relevanten Studienergebnissen vermindert, indem eine Liste der ausgeschlossenen Studien mit jeweiligen Ausschlusskriterien erstellt wurde.

Die passenden Studien zur Analyse wurden mehrfach kritisch gelesen, systematisch zusammengefasst und analysiert. Die Glaubwürdigkeit der Beurteilung sowie Analyse hätte durch die Mitarbeit einer zweiten Person gesteigert werden können. Da das Vorgehen jedoch systematisch war und Feedbacks von der Begleitperson sowie Mitstudierenden fortlaufend miteinbezogen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden Arbeit erhöht wurde.

In drei von acht analysierten Studien war derselbe Autor mitbeteiligt. Dies könnte eine Gefahr für einen Bias darstellen. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass Cheing GL ein sehr erfahrener Forscher ist, was die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden Arbeit erhöhen kann.

Die Ergebnisse, Diskussion und Schlussfolgerungen wurden ausführlich beschrieben. Da in jeder Studie das Konfidenzintervall angegeben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Transparenz und Nachvollziehbarkeit gewährleistet wurde. Jedoch war die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert, da sich in den analysierten Studien die Stimulationsformen, Dauer, Elektroden sowie Vergleichsgruppen unterschieden. Die Autorin würde nächstes Mal auf eine Homogenität der TENS-Behandlung achten, damit die Ergebnisse besser vergleichbar wären.

Die Qualität der ausgewählten Studien wurde mittels der Glaubwürdigkeit nach dem Bogen „Beurteilung einer Interventionsstudie“ von Behrens und Langer (2004) eingeschätzt. Eine Fehleinschätzung bezüglich der Qualität kann in Betracht gezogen werden, da der Beurteilungsbogen angepasst wurde und somit nicht auf Validität und Reliabilität überprüft wurde. Dennoch beinhaltete dieser Bogen wichtige, angemessene Kriterien, welche das Einschätzen der Qualität vereinfachten. Die Glaubwürdigkeit hätte erhöht werden können, wenn mehrere Personen die Qualität eingeschätzt hätten.

Der Evidenzgrad wurde nach Rosswurm und Larrabee (1999) eingeschätzt (zit. LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674). Da alle analysierten Studien das Design eines randomisierten, kontrollierten Versuches aufwiesen, wurde die Einschätzung des Evidenzgrades vereinfacht. Jedoch waren alle Studien Vergleichsstudien und somit wurde die Analyse komplizierter. Daher ist die Aussagekraft der vorliegenden Arbeit aufgrund der Heterogenität der Studien beeinträchtigt. Aufgrund dessen sollten die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden.

Da die Autorin aufgrund von der Ausbildung nur über Grundkenntnisse im Bereich der Statistik verfügt, können fehlerhafte oder oberflächliche Interpretationen der statistischen Resultate nicht ausgeschlossen werden. Jedoch wurde die Vertrauenswürdigkeit durch den Austausch in der Kleingruppe sowie Unterstützung einer professionellen Begleitperson erhöht.

6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

In der vorliegenden Arbeit konnte eine allgemein gültige Wirkung der TENS auf die Schmerzintensität von Patienten mit Gonarthrose nachgewiesen werden. Daher ist es für die Pflegepraxis wichtig, dass sich die Pflegepersonen ein Wissen über TENS aneignen und diese Schmerzbehandlungsmethode in die Praxis implementieren. Eine TENS-Behandlung soll mindestens 40 Minuten dauern. Bezüglich Impulsfrequenz, Impulsbreite, Impulsintensität, Häufigkeit, Intervall und Elektrodenwahl der TENS-Behandlung können anhand der Studienergebnisse keine Empfehlungen gemacht werden. Die TENS muss sowohl von dem Pflegepersonal als auch von den Patienten als sinnvolle Ergänzung zu der medikamentösen Therapie betrachtet werden. Da die TENS häufig von der Physiotherapie ausgeführt wird, sollte vermehrt interdisziplinär zusammengearbeitet werden. Beispielsweise könnte die Physiotherapie Schulungen über die praktische Anwendung von TENS für Pflegepersonen anbieten.

Auszubildende Pflegepersonen sollten bereits frühzeitig ein Verständnis für unerwünschte Wirkungen der Analgetika entwickeln und eine Wissensgrundlage über komplementäre Behandlungsmethoden haben. Daher ist es für die Pflegeausbildung wichtig, dass komplementäre Therapien wie TENS in der Pflegeausbildung thematisiert werden.

In der Pflegeforschung müssen zukünftig Forschungen mit grösseren Stichproben durchgeführt werden, damit repräsentative Ergebnisse erhalten werden. Weiter sollten vermehrt klinisch validierte Studien durchgeführt werden, damit die TENS eine höhere Akzeptanz erlangt. Auch muss auf eine Homogenität bezüglich den Stimulationsformen von TENS geachtet werden, damit die Ergebnisse vergleichbar sind.

7. Literaturverzeichnis

- Aitken, R. (1969). Measurement of feelings using visual analogue scales. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 62(10), 989–993.
- Amering, M. & Schmolke, M. (2006). Hoffnung–Macht–Sinn. *Managed Care*, (1), 20-21.
- Anders, S., Schaumburger, J. & Grifka, J. (2001). Intraartikuläre operative Massnahmen bei Arthrose. *Der Orthopäde*, 30(11), 866–880.
- Arakawa, S. (1995). Use of relaxation to reduce side effects of chemotherapy in Japanese patients. *Cancer Nursing*, 18(1), 60-66.
- Arden, N. & Nevitt, M. (2006). Osteoarthritis: Epidemiology. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 20(1), 3–25.
- Atamaz, F. C., Durmaz, B., Baydar, M., Demircioglu, O. Y., Iyiyapici, A., Kuran, B., ... Sendur, O. F. (2012). Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(5), 748–756.
- Beck, H., Martin, E., Motsch, J. & Esch, J. (2002). *AINS: Schmerztherapie* (1., Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme Georg Verlag.
- Behrens, J. & Langer, G. (2004). *Evidence-based Nursing*. Bern: Huber Hans.
- Behrens, J. & Langer, G. (2006). *Evidence-based Nursing and caring: interpretativ-hermeneutische und statistische Methoden für tägliche Pflegeentscheidungen* (2. überarbeitete Aufl.). Bern: Hans Huber Verlag.
- Behrens, L. & Langer, G. (2010). *Evidence-based Nursing and Caring*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Bellamy, N. (2005). The WOMAC knee and hip osteoarthritis indices: development, validation, globalization and influence on the development of the AUSCAN hand OA indices. *Clinical and experimental rheumatology*, 23(5), 148.
- Bickel, H. (2002). *Natura 2: Biologie für Bezirksschulen, Untergymnasien und Gymnasien: Schülerbuch*. Zug: Klett und Balmer.

Bischoff, M., Heisel, J. & Locher, H.-A. (2007). *Praxis der konservativen Orthopädie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Bjordal, J., Johnson, M., Lopes-Martins, R., Bogen, B., Chow, R. & Ljunggren, A. (2007). Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain. A systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8(1), 51.

Bork, H., Middeldorf, S. & Ludwig, F. (2005). Gesundheitserziehung und Gesundheitstraining bei Arthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 64(7), 441–447.

Breivik, H., Borchgrevink, P., Allen, S., Rosseland, L., Romundstad, L., Breivik Hals, E., ... Stubhaug, A. (2008). Assessment of pain. *British Journal of Anaesthesia*, 101(1), 17–24.

Briggs, K., Kocher, M., Rodkey, W. & Steadman, J. (2006). Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee score and Tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee. *The Journal of bone and joint surgery*, 88(4), 698–705.

Brosseau, L., Yonge, K., Marchand, S., Robinson, V., Osiri, M., Wells, G. & Tugwell, P. (2004). Efficacy of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Osteoarthritis of the Lower Extremities: a Meta-analysis. *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 213–233.

Bulechek, G., Butcher, H. K., McCloskey Dochtermann, J. & Wagner, C. M. (2013). *Nursing Intervention Classification (NIC)* (6 ed.). St. Louis: Mosby Elsevier.

Callahan, L.F., Wiley-Exley, E.K., Mielenz, T.J., Brady, T.J., Xiao, C., ..., Snizek, J. (2009). Use of Complementary and Alternative Medicine Among Patients With Arthritis. *PREVENTING CHRONIC DISEASE- PUBLIC HEALTH, RESEARCH, PRACTICE, AND POLICY*, 6(2), 1-7.

Carr, E. (2002). *Schmerz und Schmerzmanagement: Praxishandbuch für Pflegeberufe*. Bern: Huber.

Cheing, G. L., Tsui, A. Y., Lo, S. K. & Hui-Chan, C. W. (2003). Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain. *Journal of rehabilitation medicine: official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 35(2), 62–68.

- Cheing, G. L., Hui-Chan, C. W. & Chan, K. M. (2002). Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain? *Clinical Rehabilitation*, 16(7), 749–760.
- Clark, D. (2000). Total pain: the work of Cicely Saunders and the hospice movement. *American Pain Society Bulletin*, 10(4), 13–15.
- Cooper, C., Snow, S., McAlindon, T. E., Kellingray, S., Stuart, B., Coggon, D. & Dieppe, P. A. (2000). Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 43(5), 995–1000.
- Denecke, H. & Hünslers, C. (2000). Messen und erfassen von Schmerz. *Der Schmerz*, 14(5), 302–308.
- Dickenson, A. (2002). Editorial I Gate Control Theory of pain stands the test of time. *British Journal of Anaesthesia*, 88(6), 755–757.
- Diehl, P., Gerdesmeyer, L., Schauwecker, J., Kreuz, P., Gollwitzer, H. & Tischer, T. (2013). Konservative Therapie der Gonarthrose. *Der Orthopäde*, 42(2), 125–139.
- Diener, H. & Maier C. (1997). *Das Schmerz-Therapie-Buch*. München; Wien; Baltimore: Urban und Schwarzenberg.
- Dowthwaite, G., Bishop, J., Redman, S., Khan, I., Rooney, P., Evans, D., Haughton, L., ... Thomson, B. (2004). The surface of articular cartilage contains a progenitor cell population. *Journal of cell science*, 117(6), 889–897.
- Duchow, J. & Kohn, D. (2003). Die Behandlung der beginnenden Gonarthrose im mittleren Lebensalter. *Der Orthopäde*, 32(10), 920–930.
- Engelhardt, M. (2003). Epidemiologie der arthrose in westeuropa. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54(6), 171–175.
- Faller, A. & Schünke, M. (2008). *Der Körper des Menschen: Einführung in Bau und Funktion*. Stuttgart; New York: Thieme.
- Farrar, J., Young, J., LaMoreaux, L., Werth, J. & Poole, R. (2001). Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain*, 94(2), 149–158.

Felson, D. (2006). Osteoarthritis of the knee. *New England Journal of Medicine*, 354(8), 841–848.

Felson, D., Dieppe, P., Hirsch, R., Helmick, C., Jordan, J., Kington, R., ... Fries, J. (2000). Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Annals of internal medicine*, 133(8), 635–646.

Felson, D., Niu, J., Guermazi, A., Sack, B. & Aliabadi, P. (2011). Defining radiographic incidence and progression of knee osteoarthritis: suggested modifications of the Kellgren and Lawrence scale. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 70(11), 1884–1886.

Ferreira-Valente, M., Pais-Ribeiro, J. & Jensen, M. (2011). Validity of four pain intensity rating scales. *Pain*, 152(10), 2399–2404.

Field, T. (2009). *Progressive muscle relaxation. In Complementary and alternative therapies research*. Washington: American Psychological Association.

Glier, B. (2010). *Chronische Schmerzen bewältigen: Verhaltenstherapeutische Schmerzbehandlung*. Stuttgart: Klett-Cotta.

Greene, B., Donovan, A., Romero-Ortuno, R., Cogan, L., Scanail, C. & Kenny, R. (2010). Quantitative falls risk assessment using the timed up and go test. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions On*, 57(12), 2918–2926.

Greitemann, B. (2009). Konservative Therapie der Arthrose. *Arthroskopie*, 22(3), 176–182.

Gruber, A. A. J. & Donhauser-Gruber, U. (2013). *Rheuma: Untersuchen und Behandeln entzündlich-rheumatischer Erkrankungen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Gschiel, B., Kager, H., Pipam, W., Weichart, K. & Likar, R. (2010). Analgetische Effizienz von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS-Therapie) bei Patienten mit Gonarthrose. *Der Schmerz*, 24(5), 494–500.

Han, J., Chen, X., Sun, S., Xu, X., Yuan, Y., Yan, S., ... Terenius, L. (1991). Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg-Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain*, 47, 295-298.

Härtel, U. & Volger, E. (2004). Inanspruchnahme und Akzeptanz klassischer Naturheilverfahren und alternativer Heilmethoden in Deutschland - Ergebnisse einer repräsentativen

Bevölkerungsstudie. *Forschende Komplementärmedizin und Klassische Naturheilkunde*, 11(6), 327-334.

Hayami, T., Pickarski, M., Zhuo, Y., Wesolowski, G. & Rodan, G. (2006). Characterization of articular cartilage and subchondral bone changes in the rat anterior cruciate ligament transection and meniscectomized models of osteoarthritis. *Bone*, 38(2), 234.

Herdman, T. (2012). *NANDA International nursing diagnoses: definitions & classification 2012-2014*. Chichester; UK.: Wiley-Blackwell.

Heuwinkel-Otter, A., Nümann-Dulke, A. & Matscheko, N. (2011). *Pflegediagnosen für die Kitteltasche*. Berlin: Springer.

Hildebrand, H. F., Blanchemain, N. & Hornez, J.-C. (2011). Die Knorpelgrundsubstanzen Kollagene und Hyaluronsäure und ihre Bedeutung im Tissue Engineering. *BIOmaterialien*, 4(3), 170–177.

Höher, J. & Enneper, J. (2003). Prophylaxe der Gonarthrose. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54(6) 184-187.

Höher, J. & Erggelet, C. (2003). Übersicht über die Therapieformen zur Behandlung der Arthrose. *DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FÜR SPORTMEDIZIN*, 54(6), 188 - 190.

Huber, R. & Michalsen, A. (2014). *Checkliste Komplementärmedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Hunter, D. J. (2009). Imaging insights on the epidemiology and pathophysiology of osteoarthritis. *Rheumatic diseases clinics of North America*, 35(3), 447–463.

ICD-10-GM Version 2012. Heruntergeladen am 9. May 2013, von <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/nomenklaturen/blank/blank/cim10/02/04.html>

Issa S. & Sharma L. (2006). Epidemiology of osteoarthritis: An update. *Current Rheumatology Reports*, 8 (1), 7–15.

Jamtvedt, G., Dahm, K., Christie, A., Moe, R., Haavardsholm, E., Holm, I. & Hagen, K. (2007). Physical Therapy Interventions for Patients With Osteoarthritis of the Knee: An Overview of Systematic Reviews. *Physical Therapy*, 88(1), 123–136.

- Jones, I. & Johnson, M. (2009). Transcutaneous electrical nerve stimulation. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*, 9(4), 130–135.
- Johnson, M. I. (2014). *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): Research to Support Clinical Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Johnson, M. & Din, A. (1997). Ethnocultural differences in the analgesic effects of placebo transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in healthy subjects: a preliminary study. *Complement Ther Med*, 5, 74-79.
- Johnson, M., Moorhead, S., Bulechek, G., Butcher, H., Maas, M. & Swanson, E. (2012). *NOC and NIC linkages to NANDA-I and clinical conditions: supporting critical thinking and quality care*. Maryland Heights: Elsevier Mosby.
- Junker, U. & Nolte, T. (2005). *Grundlagen der speziellen Schmerztherapie*. München: Urban und Vogel.
- Kentenich, H. & Pietzner, K. (2011) Placebo in der Medizin oder: Die Rolle des Arztes im therapeutischen Prozess. *J Reproduktionsmed Endokrinol*, 8, 15-19.
- Kladny, B. (2005). Physikalische Therapie der Arthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 64 (7), 448–455.
- Kocher, M., Steadman, J., Briggs, K., Sterett, W. & Hawkins, R. (2004). Reliability, Validity, and Responsiveness of the Lysholm Knee Scale for Various Chondral Disorders of the Knee. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 86(6), 1139–1145.
- Kohlmann, D., Bullinger, M. & Kirchberger-Blumstein, I. (1997). Die deutsche Version des Nottingham Health Profile (NHP): *Übersetzungsmethodik und psychometrische Validierung*. *Sozial- und Präventivmedizin*, 42(3), 175–185.
- Kranke, P., Göckeritz, D. & Eberhart, L. (2002). Die Rolle systematischer Übersichtsarbeiten in der evidenzbasierten Pflege. *intensiv*, 10(3), 129-135.
- Kröner-Herwig, B. (2011). *Schmerz als biopsychosoziales Phänomen – eine Einführung*. Berlin; Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kunz, R., Kahn, K., Kleijnen, J. & Antes, G. (2009). *Systematische Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen*. Bern: Verlag Hans Huber.

- Lauber, A. & Schmalstieg, P. (2001). *Wahrnehmen und Beobachten*. (1.Aufl.).Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Law, P. P. & Cheing, G. L. (2004). Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. *Journal of rehabilitation medicine: official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 36(5), 220–225.
- Lehmann, L. & Stöve, J. (2004). Aktuelle Aspekte zur Ätiologie und Therapie des Arthroseschmerzes. *Der Schmerz*, 18(6), 453–462.
- LoBiondo-Wood, G. & Haber, J. (2005). *Pflegeforschung: Methoden, Bewertung, Anwendung*. München; Jena: Elsevier, Urban und Fischer.
- Lysholm, J. & Gillquist, J. (1982). Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *The American journal of sports medicine*, 10(3), 150–154.
- Madry, H., Dijk, C. & Mueller-Gerbl, M. (2010). The basic science of the subchondral bone. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(4), 419–433.
- Madry, H. & Kohn, D. (2004). Konservative Therapie der Kniegelenkarthrose. *Der Unfallchirurg*, 107(8), 689–700.
- Marks, R., Ungar, M. & Ghasemmi, M. (2000). Electrical muscle stimulation for osteoarthritis of the knee: biological basis and systematic review. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 28(3), 6–20.
- Mascarin, N., Vancini, R., Andrade, M., Magalhães, E., De Lira, C. A. & Coimbra, I. (2012). Effects of kinesiotherapy, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13(1), 182.
- Mayer, H. (2007). *Pflegeforschung anwenden: Elemente und Basiswissen für Studium und Weiterbildung*. Wien: Facultas-WUV.
- McCarthy, C., Callaghan, M. & Oldham, J. (2006). Pulsed electromagnetic energy treatment offers no clinical benefit in reducing the pain of knee osteoarthritis: a systematic review. *BMC musculoskeletal disorders*, 15(7), 51.

- Menche, N. (2007). *Pflege heute : Lehrbuch für Pflegeberufe*. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Michael, J., Schlüter-Brust, K. & Eysel, P. (2010). The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. *Deutsches Ärzteblatt international*, 107(9), 152–162.
- Müller, D., Franke, A., Schuck, P. & Resch, K. (2001). Eine kliniktaugliche Version des deutschsprachigen SF-36 und ihr psychometrischer Vergleich mit dem Originalfragebogen. *Sozial-und Präventivmedizin*, 46(2), 96–105.
- Müller-Mundt, G. (2005). *Chronischer Schmerz: Herausforderungen für die Versorgungsgestaltung und Patientenedukation*. Bern: Huber.
- Nadler, S., Weingand, K. & Kruse, R. (2004). The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*, 7 (3), 395–400.
- Nehrer, S. (2007). Kniearthrose. *Österreichische Ärztezeitung*, (3), 28–38.
- Neuburger, D. & Schmelz, M. (2007). Schmerzchronifizierung. *Trauma und Berufskrankheit*, 9(1), 103–106.
- Ng, M. M., Leung, M. C. & Poon, D. M. (2003). The Effects of Electro-Acupuncture and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Patients with Painful Osteoarthritic Knees: A Randomized Controlled Trial with Follow-Up Evaluation. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 9(5), 641–649.
- Nickel, R. & Raspe, H. (2001). Chronischer Schmerz: Epidemiologie und Inanspruchnahme. *Der Nervenarzt*, 72(12), 897–906.
- Niggli, A. (2003). Gonarthrose: Diagnostik und Therapie. *Primary Care*, 3, 89–92.
- Nilges, P. & Nagel, B. (2007). Was ist chronischer Schmerz? *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 132(41), 2133–2138.
- Osterbrink, J., Ewers, A., Nestler, N., Pogatzki-Zahn, E., Bauer, Z., Gnass, I., ..., Van Aken, H. (2010). Versorgungsforschungsprojekt „Aktionsbündnis Schmerzfreie Stadt Münster“- Zielsetzung und Methodik. *Der Schmerz*, 24, 613-620.

- Peters, E., Pritzkeleit, R., Beske, F. & Katalinic, A. (2010). Demografischer Wandel und Krankheitshäufigkeiten. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 53(5), 417–426.
- Pothmann, R. (2003). *TENS: transkutane elektrische Nervenstimulation in der Schmerztherapie*. Georg Thieme Verlag.
- Räuchle, M., Cemerka, M., Eibenberger, B. & Breitenseher, M. (2012). Arthrose—Update 2012. *Der Radiologe*, 52(2), 149–155.
- Rehart, S. & Lehnert, H. (2008). Aktuelle Aspekte zur Arthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 67(4), 305–314.
- Reichenbach, S. (2010). Schmerz ist die Krankheit, nicht die Arthrose. *Praxis*, 99(14), 815–815.
- Roth, A., Angster, R. & Forst, H. (1999). Begleitmedikation Notwendigkeit, Nebenwirkungen und Interaktionen in der perioperativen Phase. *Der Anaesthesist*, 48(4), 267–283.
- Rümelin, A. (2003). *Kursbuch Arthrose: Gelenkerkrankungen effektiv vorbeugen und typgerecht behandeln*. München: Südwest.
- Rutjes, A., Nüesch, E., Sterchi, R., Kalichman, L., Hendriks, E., Osiri, M., ... Jüni, P. (2010). *Transcutaneous electrostimulation for osteoarthritis of the knee*. Chichester; UK: John Wiley & Sons.
- Sandkühler, J. (2001). Schmerzgedächtnis Entstehung, Vermeidung und Löschung. *Deutsches Ärzteblatt*, 42, 2725-2730.
- Schaible, H. (2007). Pathophysiologie des Schmerzes. *Der Orthopäde*, 36(1), 8–16.
- Schnitzler, A. & Classen, J. (2012). *Interventionelle Neuropsychiologie: Grundlagen und therapeutische Anwendungen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Schomacher, J. (2008). Gütekriterien der visuellen Analogskala zur Schmerzbewertung. *Physioscience*, 4(03), 125–133.
- Schumacher, J., Pientka, L. & Thiem, U. (2006). Altersabhängige Unterschiede bei funktionellen Tests zur Beurteilung des Sturzrisikos bei Patienten mit Kniegelenksbeschwerden. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 39(4), 283–287.

Schweizerische Eidgenossenschaft (2011). Bundesgesetz über die Krankenversicherung. Abgerufen am 03. April 2013 von <http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/832.10.de.pdf>

Selfe, T. & Taylor, A. (2008). Acupuncture and Osteoarthritis of the Knee. *Family & Community Health*, 31(3), 247–254.

Sluka, K. & Walsh, D. (2003). Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *Journal of Pain*, 4, 109–121.

Smith, C., Collins, C., Crowther, C. & Levett, K. (2011). Acupuncture or acupressure for pain management in labour. Chichester; UK: John Wiley & Sons.

Smith, M., Wetherall, M., Darby, T., Esterman, A., Slavotinek, J., Roberts-Thomson, P., ... Ahern, M. (2003). A randomized placebo-controlled trial of arthroscopic lavage versus lavage plus intra-articular corticosteroids in the management of symptomatic osteoarthritis of the knee. *Rheumatology*, 42(12), 1477–1485.

Standl, T. & Treede, R. (2010). *Schmerztherapie: Akutschmerz - Chronischer Schmerz - Palliativmedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Steinmeyer, J. (2001). Medikamentöse Therapie der Arthrose. *Der Orthopäde*, 30(11), 856–865.

Sulzbacher, I. (2000). Arthrose–Histologie und pathogenetische Ansätze. *Der Radiologe*, 40(12), 1126–1133.

Tegner, Y. & Lysholm, J. (1985). Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical orthopaedics and related research*, 198, 42–49.

Teuber, N., Thiele, A. & Eberhardt, B. (2006). Geschlechtsrolle und Schmerzerleben. *Der Schmerz*, 20(4), 307–313.

Theiler, R. (2002). Epidemiologie, Diagnose und Differentialdiagnose, Abklärung und Dokumentation. *Schweiz Med Forum*, 23, 555–561).

Thomm, M. (2012). *Schmerzmanagement in der Pflege*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Vance, C. G. T., Rakel, B. A., Blodgett, N. P., DeSantana, J. M., Amendola, A., Zimmerman, M. B., ... Sluka, K. A. (2012). Effects of transcutaneous electrical nerve stimula-

tion on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 92(7), 898–910.

Vlaeyen, J. & Linton, S. J. (2000). Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*, 85(3), 317–332.

Vogelmann, T. (2013). *Elektromyographische Muskelstimulation/Muskelaktivierung (EMS/EMA) im Leistungs-/Breitensport: Trainingseffekte im Vergleich zu konventionellem Training*. Hamburg: Diplomica Verlag.

Wagner, E. (2009). Neues in der konservativen Therapie bei Arthrosen grosser Gelenke. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 159(3-4), 76–86.

Wen, D. (2000). Intra-articular hyaluronic acid injections for knee osteoarthritis. *American family physician*, 62(3), 565.

Wicker, P. (2009). *Massage in der Schmerztherapie. Schmerztherapie in der Pflege*. Wien: Springer.

Wirth, C. (2002). *Orthopädie und orthopädische Chirurgie*. Stuttgart; New York: Thieme.

Sloman, R., Wruble, A. W., Rosen, G. & Rom, M. (2006). Determination of clinically meaningful levels of pain reduction in patients experiencing acute postoperative pain. *Pain Management Nursing*, 7(4), 153–158.

Zacher, J. & Gursche, A. (2001). Diagnostik der Arthrose. *Der Orthopäde*, 30(11), 841–847.

Zacher, J., Carl, H., Swoboda, B. & Backhaus, M. (2007). Bildgebung bei der Arthrose peripherer Gelenke. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 66(3), 257–266.

Zimmermann, M. (2004). Der Chronische Schmerz. *Der Orthopäde*, 33(5), 508–514.

Anhang

Anhang A: Ergebnisse der Suchstrategie

Anhang B: Liste der ein- und ausgeschlossenen Studien anhand der Kriterien

Anhang C: Zusammenfassung der analysierten Studien

Anhang D: Einteilung des Evidenzgrades nach Rosswurm & Larrabee (1999)

Anhang E: Beurteilung der Qualität der analysierten Studien

Anhang F: Erklärung

Anhang A: Ergebnisse der Suchstrategie

Datenbank	Suchstrategie	Treffer	Doppelbefunde oder Mehrfachaufführungen	Ausgeschlossene Studien anhand Kriterien	Eingeschlossene Studien anhand Kriterien
Cochrane	#1 Electric Stimulation [Mesh] #2 Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [Mesh] #3 Osteoarthritis [Mesh] #4 Osteoarthritis, Knee [Mesh] #5 Pain [Mesh] #6 Analgesics [Mesh] #7 (#1 OR #2) #8 (#3 OR #4) #9 (#5 OR #6) #10 (#7 AND #8 AND #9)	1493 1053 3195 1387 30369 14435 2526 3195 37937 26	0	20	6
Pubmed	#1 Electric Stimulation [Mesh] #2 Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [Mesh] #3 Osteoarthritis [Mesh] #4 Osteoarthritis, Knee [Mesh] #5 Pain [Mesh] #6 Analgesics [Mesh] #7 (#1 OR #2) #8 (#3 OR #4) #9 (#5 OR #6) #10 (#7 AND #8 AND #9)	114922 5549 41029 9566 294000 141162 120274 41029 400587 59	26	32	1
Cinahl	#1 Electric Stimulation [Medical Headings] #2 Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [Medical Headings] #3 Osteoarthritis [Medical Headings] #4 Osteoarthritis, Knee [Medical Headings] #5 Pain [Medical Headings] #6 Analgesics [Medical Headings] #7 (#1 OR #2) #8 (#3 OR #4) #9 (#5 OR #6) #10 (#7 AND #8 AND #9)	5028 948 6990 1947 32929 5168 5902 8856 36284 31	7	23	1
Total		116 Treffer	33 Doppelbefunde	75 Ausgeschlossene	8 Eingeschlossene

Anhang B: Liste der ein- und ausgeschlossenen Studien anhand der Kriterien

Einschlusskriterien

Interventions- und Vergleichsstudien mit RCT Design
zwischen 1998 und 2013 erschienen
in englischer, französischer oder deutscher Sprache verfasst
In Studien führt eine Gruppe ausschliesslich die konventionelle, akupunkturartige oder akupunkturähnliche TENS zusätzlich zur Standardtherapie durch.
In Vergleichsstudien findet Vergleich mit anderen physikalischen Therapien statt

	Titel	Autor/en	Jahr	Datenbank
1.	Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial.	Vance, C. G., Rakel, B. A., Blodgett, N. P., DeSantana, J. M., Amendola, A., Zimmerman, M. B., Sluka, K. A.	2012	Cochrane Library, CINAHL, PubMed
2.	Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study	Atamaz, F. C., Durmaz, B., Baydar, M., Demircioglu, O. Y., Iyiyapici, A., Kuran, B., ... Sendur, O. F.	2012	PubMed
3.	Analgesic efficacy of TENS therapy in patients with gonarthrosis. A prospective, randomized, placebo-controlled, double-blind study.	Gschiel, B., Kager, H., Pipam, W., Weichart, K. & Likar, R.	2010	Cochrane Library, PubMed
4.	Effects of kinesiotherapy, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial.	Mascarin, N. C., Vancini, R. L., Andrade, M. L., Magalhães Ede, P., de Lira, C. A. & Coimbra, I. B.	2012	Cochrane Library, PubMed
5.	Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis.	Law, P. P. & Cheing, G.L.	2004	Cochrane Library, CINAHL, PubMed
6.	Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain.	Cheing, G. L., Tsui, A. Y., Lo, S. K. & Hui-Chan, C.W.	2003	Cochrane Library, PubMed
7.	The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees: a randomized controlled trial with follow-up evaluation.	Ng, M. M., Leung, M. C. & Poon, D. M.	2003	Cochrane Library, CINAHL, PubMed
8.	Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain?	Cheing, G. L., Hui-Chan, C. W. & Chan, K. M.	2002	CINAHL

Ausschlusskriterien

1.	Studie ist keine Interventions- oder Vergleichsstudien mit RCT Design
2.	In Studien führt eine Gruppe nicht ausschliesslich konventionelle, akupunkturartige oder akupunkturähnliche TENS zusätzlich zur Standardtherapie durch.
3.	nicht zwischen 1998 und 2013 erschienen
4.	nicht in englischer, französischer oder deutscher Sprache verfasst
5.	Studie bezieht sich nicht auf Schmerzen
6.	Teilnehmer litten nicht unter Gonarthrose
7.	Titel und/oder Abstract geben keine Auskunft über die Applikation von TENS
8.	In Vergleichsstudie findet Vergleich nicht mit anderer physikalischer Therapie statt

	Titel	Autor	Jahr	Datenbank	Ausschlusskriterium
1.	EA to the cunionavicular.	Cummings, M.	2013	PubMed	6
2.	Effects of spatially targeted transcutaneous electrical nerve stimulation using an electrode array that measures skin resistance on pain and mobility in patients with osteoarthritis in the knee: a randomized controlled trial.	Kolen, A. F., de Nijs, R. N., Wagemakers, F.M., Meier, A. J. & Johnson, M. I.	2012	PubMed	5
3.	Effect of tens on pain in relation to central sensitization in patients with osteoarthritis of the knee: study protocol of a randomized controlled trial.	Beckwée, D., DeHertogh, W., Lievens, P., Bautmans, I. & Vaes, P.	2012	Cochrane Library, PubMed	1
4.	Osteoarthritis 2: pain management and treatment strategies	unbekannt	2012	CINAHL	1
5.	Practice, practitioner, or placebo? A multifactorial, mixed-methods randomized controlled trial of acupuncture.	White, P., Bishop, F. L., Prescott, P., Scott, C., Little, P. & Lewith, G.	2012	Cochrane Library, PubMed	2
6.	Randomised controlled trial with medical leeches for osteoarthritis of the knee.	Stange, R., Moser, C., Hopfenmueller, W., Mansmann, U., Buehring, M. & Uehleke, B.	2012	CINAHL, PubMed	7
7.	Root Out the Cause and Abolish the Pain.	Schreyer, R.	2012	CINAHL	7
8.	The analgesic effect of electroacupuncture on inflammatory pain in the rat model of collagenase-induced arthritis: mediation by opioidergic receptors.	Seo, B. K., Park, D. S. & Baek, Y. H.	2012	PubMed	2
9.	The application of electroacupuncture to postoperative rehabilitation of total knee replacement.	Chen, G., Gu, R. X. & Xu, D. D.	2012	PubMed	4

10.	The development of group acupuncture for chronic knee pain was all about providing frequent electroacupuncture.	Cummings, M.	2012	PubMed	1
11.	Update on current care guidelines: knee and hip osteoarthritis.	unbekannt	2012	PubMed	1
12.	The effectiveness of pulsed electrical stimulation in the management of osteoarthritis of the knee: Results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, repeated-measures trial.	Fary, R. E., Carroll, G. J., Briffa, T. G. & Briffa, N. K.	2011	CINAHL	2
13.	Use of complementary therapies to treat the pain of osteoarthritis.	Dillard, J. N.	2011	PubMed	1
14.	What makes osteoarthritis painful? The evidence for local and central pain processing.	Sofat, N., Ejindu, V. & Kiely, P.	2011	PubMed	1
15.	Clinical observation on the therapeutic effect of drugs-paste separated moxibustion combined with electroacupuncture for knee osteoarthritis patients of cold-damp type.	Zhu, Y., Chen, R. L., Miao, F. R. & Ji, L.	2010	Cochrane Library, PubMed	4
16.	Choice of treatment modalities was not influenced by pain, severity or comorbidity in patients with knee osteoarthritis.	Jamtvedt, G., Dahm, K. T., Holm, I., Odegaard-Jensen, J. & Flottorp, S.	2010	PubMed	1
17.	Comparative observation on hip osteoarthritis treated with electroacupuncture and medication.	Sheng, X. P. & Fan, T. Y.	2010	Cochrane Library, PubMed	4
18.	Optimising pain control in osteoarthritis.	Wenham, C. Y. & Conaghan, P. G.	2010	PubMed	7
19.	Spinal cord stimulation for severe degenerative joint disease of the shoulder in a patient with severe chronic obstructive pulmonary disease: a new indication?	Williams, K. A., Babade, M. & Cohen, S. P.	2010	PubMed	2
20.	Behavioural and electrophysiological characterisation of experimentally induced osteoarthritis and neuropathy in C57Bl/6 mice.	Harvey, V. L. & Dickenson, A. H.	2009	PubMed	1
21.	Choosing nonopioid analgesics for osteoarthritis: clinician summary guide	unbekannt	2009	CINAHL, PubMed	1
22.	Glucosamine for knee osteoarthritis -- what's new?	unbekannt	2009	CINAHL	1
23.	Most patients with OA will need multiple treatment modalities.	Wenham, C. & Conaghan, P.	2009	CINAHL	1
24.	Non-surgical treatment of osteoarthritis of large joints - new aspects.	Wagner, E.	2009	PubMed	1
25.	Osteoarthritis of the sacroiliac joint complicating resection of the pubic symphysis. Interest of a rehabilitation programme.	Jellad, A., Bouzaouache, H., Ben Salah, Z., Migaou, H. & Sana, S.	2009	PubMed	6
26.	Summaries and commentaries by Editor Adrian White on a selection of recent acupuncture research articles	Adrian, W.	2009	CINAHL	1

27.	Acupuncture and osteoarthritis of the knee: a review of randomized controlled trials	Selfe, T. K. & Taylor, A.G.	2008	Cochrane Library, PubMed	1
28.	Comparing hot pack, short-wave diathermy, ultrasound, and TENS on isokinetic strength, pain, and functional status of women with osteoarthritic knees: a single-blind, randomized, controlled trial.	Cetin, N., Aytar, A., Atalay, A. & Akman, M. N.	2008	Cochrane Library, CINAHL, PubMed	2
29.	Clinical observation of electroacupuncture combined with low-dose diclofenac in treating osteoarthritis of the knee.	Xu, H. & Wu, H. G.	2007	Cochrane Library, PubMed	4
30.	Comparison of the effects of tens and sodium salicylate iontophoresis in the management of osteoarthritis of the knee	Aiyejusunle, C.B., Kola-Korolo T. A. & Ajiboye, O. A.	2007	Cochrane, PubMed	8
31.	Electrical stimulation may delay TKA, relieve pain in early knee OA patients.	Brockenbrough, G.	2007	CINAHL	2
32.	Pain relief in osteoarthritis and rheumatoid arthritis: TENS.	Ying, K.N. & While, A.	2007	CINAHL, PubMed	1
33.	Physical medicine rehabilitation approach to pain.	Stanos, S. P., McLean, J. & Rader, L.	2007	CINAHL	7
34.	Prospective randomized single-blinded controlled clinical trial of percutaneous neuromodulation pain therapy device versus sham for the osteoarthritic knee: a pilot study.	Kang, R. W., Lewis, P. B., Kramer, A., Hayden, J. K. & Cole, B. J.	2007	Cochrane Library, PubMed	2
35.	Arthritis: steps for staying active.	Unbekannt	2005	CINAHL	7
36.	Pain management: lessons from patients.	D'Arcy, Y. & Holm, G.	2005	CINAHL	7
37.	Physical therapy and rehabilitation programs in the management of hip osteoarthritis.	Arokoski, J. P.	2005	CINAHL	6
38.	Segmental noxious versus innocuous electrical stimulation for chronic pain relief and the effect of fading sensation during treatment.	Defrin, R., Ariel, E. & Peretz, C.	2005	Cochrane Library, PubMed	6
39.	Treatment options for patients with osteoarthritis of the knee.	Lucas, B.	2005	PubMed	1
40.	Comparison between electro-acupuncture and hydrotherapy, both in combination with patient education and patient education alone, on the symptomatic treatment of osteoarthritis of the hip.	Stener-Victorin, E., Kruse-Smidje, C. & Jung, K.	2004	Cochrane Library, PubMed	6
41.	Effective pain management for patients with arthritis.	Oliver, S. & Ryan, S.	2004	CINAHL	1
42.	Product news. Noninvasive system tackles knee pain from osteoarthritis.	Metules, T. J.	2004	CINAHL	7

43.	The effect of acupuncture on the symptoms of knee osteoarthritis--an open randomised controlled study.	Tukmachi, E., Jubb, R., Dempsey, E. & Jones, P.	2004	Cochrane Library, PubMed	2
44.	What to do when it just plain hurts	unbekannt	2004	CINAHL	7
45.	Would the addition of TENS to exercise training produce better physical performance outcomes in people with knee osteoarthritis than either intervention alone?	Cheing, G. L. & Hui-Chan, C.	2004	CINAHL	5
46.	Analgesic efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation compared with diclofenac sodium in osteoarthritis of the knee.	Lone, A. R., Wafai, Z. A., Buth, B. A., Wani, T. A., Koul, P. A. & Khan, S. H.	2003	CINAHL	8
47.	Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis.	Stevens, J. E., Mizner, R. L. & Snyder-Mackler, L.	2003	PubMed	7
48.	Referred knee pain treated with electroacupuncture to iliopsoas.	Cummings, M.	2003	PubMed	1
49.	Acupuncture treatment for osteoarthritic pain and inflammation of the knee.	Kumar, A. M. & Wen, X. L.	2002	PubMed	1
50.	Effect of interferential current stimulation in management of osteo-arthritic knee pain.	Adedoyin, R. A., Olaogun, M.O. & Fagbeja, O. O.	2002	CINAHL	2
51.	Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis.	Hassan, B. S., Doherty, S. A., Mockett, S. & Doherty, M.	2002	Cochrane Library, PubMed	7
52.	Electroacupuncture versus diclofenac in symptomatic treatment of osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial.	Sangdee, C., Teekachunhatean, S., Sananpanich, K., Sugandhavesa, N., Chiewchantanakit, ... Jayasvasti, S.	2002	Cochrane Library, PubMed	2
53.	Innovations in practice. Can magnetic and electromagnetic fields be used for pain relief?	Markov, M. & Harden, R. N.	2002	CINAHL	2
54.	Managing musculoskeletal complaints with rehabilitation therapy: summary of the Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on musculoskeletal rehabilitation interventions.	Harris, G. R. & Susman, J. L.	2002	PubMed	1
55.	Philadelphia panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain.	unbekannt	2001	CINAHL	1
56.	Physical treatments for knee pain: which ones work?	unbekannt	2001	CINAHL	7
57.	The effects of weight reduction on the rehabilitation of patients with knee osteoarthritis and obesity.	Huang, M. H., Chen, C. H., Chen, T. W., Weng, M.C., Wang, W. T. & Wang, Y. L.	2000	Cochrane Library, PubMed	1

58.	Review of acute and chronic pain published studies.	Reed, J. C.	1996	PubMed	1
59.	Transcutaneous electrical nerve stimulation for the control of pain in musculo-skeletal disorders.	Robinson, A. J.	1996	CINAHL	3
60.	Idiopathic varus gonarthrosis: diminished nociceptive vs. unchanged somatosensory sensitivity.	Krause, K., Neumann, H. W., Roth, N. & Brosz, M.	1995	PubMed	3
61.	The efficacy of short-term treatment with transcutaneous electrical nerve stimulation for osteo-arthritic knee pain.	Aubin, M. & Marks, R.	1995	CINAHL	3
62.	The comparative analgesic efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and a non-steroidal anti-inflammatory drug for painful osteoarthritis.	Lewis, B., Lewis, D. & Cumming, G.	1994	Cochrane Library, PubMed	3
63.	The effect of transcutaneous electric nerve stimulation on pain in knee arthroses.	Bobić, B. & Nedvidek, B.	1992	PubMed	3
64.	Acupuncture-like stimulation with codetron for rehabilitation of patients with chronic pain syndrome and osteoarthritis.	Fargas-Babjak, A. M., Pomeranz, B. & Rooney, P. J.	1992	Cochrane Library, PubMed	3
65.	Interaction of diazepam and naloxone on acupuncture induced pain relief.	Eriksson, S. V., Lundeberg, T. & Lundeberg, S.	1991	PubMed	3
66.	Personality traits in the mechanisms of interferential therapy for osteoarthritic knee pain.	Shafshak, T. S., el-Sheshai, A. M. & Soltan, H. E.	1991	PubMed	3
67.	Transcutaneous electrical nerve stimulation (TNS) for painful osteoarthrosis of the knee.	Jensen, H., Zesler, R. & Christensen, T.	1991	Cochrane Library, PubMed	3
68.	An investigation into the value of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for arthritic pain.	Roche, P. A. & Wright, A.	1990	CINAHL	3
69.	Randomized trial of Codetron for pain control in osteoarthritis of the hip/knee.	Fargas-Babjak, A., Rooney, P. & Gerecz, E.	1989	Cochrane Library, PubMed	7
70.	Etiological theories and treatments for chronic back pain. I. Somatic models and interventions.	Flor, H. & Turk, D. C.	1984	PubMed	3
71.	Transcutaneous electrical nerve stimulation in osteoarthrosis: a therapeutic alternative?	Lewis, D., Lewis, B. & Sturrock, R. D.	1984	Cochrane Library, PubMed	3
72.	Pain thresholds and electromyographic features of periarticular muscles in pa-	Brucini, M., Duranti, R., Galletti, R., Pan-	1981	PubMed	3

	tients with osteoarthritis of the knee.	taleo, T. & Zucchi, P. L.			
73.	Clinical evaluation of acupuncture.	Matsumoto, T., Levy, B. & Ambruso, V.	1974	PubMed	3
74.	Cutaneous afferent stimulation for relief of chronic pain.	Long, D. M.	1974	PubMed	3
75.	Acupuncture treatment for pain syndrome. I. Treatment for sciatica (report on 90 cases).	Leung, S. J.	1973	PubMed	3

Anhang C: Zusammenfassung der analysierten Studien

Atamaz et al. (2012). Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study. Archives of physical medicine and rehabilitation, 93(5), 748–756.																							
Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik		Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																			
<p>Design Doppelblinde, randomisierte, kontrollierte multi-zentrier Studie</p> <p>Fragestellung / Ziel / Hypothese Ziel: Überprüfen und Vergleichen der Wirksamkeit von transkutaner elektrischer Nevenstimulation (TENS), Interferenzstromverfahren(IFC) und Kurzwellendiathermie (SWD) sowie jeweilige Placebo Interventionen und mit zusätzlichen Übungen und Schulung auf Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose</p> <p>Setting Abteilungen von vier Medizinischen-oder Rehabilitationszentren, Türkei</p> <p>Stichprobenbildung Rekrutierung von 287 Teilnehmer (TN) erfolgte vom Hauptzentrum.</p> <p>Einschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none">- Zwischen 50-80-jährig- Diagnose der Kniearthrose Grad 2-3 auf der Kellgren-Lawrence Skala- Schmerzen grösser als 4 auf der visuellen Analogskala seit 6 Monaten <p>Ausschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none">- Bereits gemachte Erfahrungen mit TENS oder Komplikationen mit Elektrotherapie- Kortikosteroid- Injektion 30 Tage vor Studienbeginn- Vorherige Operation am Kniegelenk- Arthroskopie in letzten 6 Monaten- Gelenksentzündung- Chronische Erkrankung <p>84 TN schieden nach Rekrutierung aus</p> <p>Randomisierung / Verblindung</p> <ul style="list-style-type: none">- Im Hauptzentrum wurden die TN nach Berücksichtigung des Alters und Geschlecht anhand von Zahlen zufällig in 6 Gruppen eingeteilt.- Patienten, Forscher und Analytiker waren verblindet. <p>Ethik Einwilligungserklärung von TN und Genehmigung von Ethikkommission des Hauptzentrums</p>		<p>Intervention <u>Alle physischen Behandlungsmethoden</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Behandlung 5x wöchentlich während 3 Wochen- Übungsprogramm: 3x wöchentlich für 3 Wochen, Gruppe von 4 – 5 Pat. unter Anleitung eines Physiotherapeuten, Übungen: Joggen, dehnen, Kräftigungsübungen, mini Kniebeugen, Liste mit individuell angepassten Übungen- Bildungsprogramm: 1h PowerPoint Präsentation über Gonarthrose, optimieren der Bewegungen und ergonomische Prinzipien <p><u>TENS-Gruppe (n = 37)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 4 Oberflächenelektroden 5 x 5cm- Stimulationsfrequenz: 80 Hertz (Hz), Intensität: 10- 30 Milliampere (mA), Stimulationsdauer: 20 Min. <p><u>TENS-Placebo-Gruppe (n = 37)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Scheinstimulation mit dem selben Procedere <p><u>IFC-Gruppe (n = 31)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 2 Elektroden 8 x 6cm- Stimulationsdauer: 20 Min., Stimulationsfrequenz: 100Hz <p><u>IFC-Placebogruppe (n = 35)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Scheinstimulation mit dem selben Procedere <p><u>SWD-Gruppe (n = 31)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Sichtschutz zwischen Behandlungsstuhl & Bildschirm- 10-cm diameter Kondensatorplatte, Stimulationsfrequenz: 27.12MHz, Intensität: 300W <p><u>SWD-Placebogruppe (n = 32)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Scheinstimulation mit dem selben Procedere <p>Outcome / Messinstrumente Schmerz: VAS (0-10), Paracetamol Einnahme WOMAC und Nottingham Healt Profile (NHP) Bewegung: Goniometer Funktion: Messung der Zeit von 15Meter Laufen</p> <p>Datensammlung Einschätzung der Schmerzen anhand der Messinstrumente zu Beginn (B) sowie nach 1, 3 und 6 Monaten. Paracetamoleinnahme wurde bei jeder Sitzung erfasst.</p> <p>Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none">- Analyse anhand des Programm SPSS 13.0- Poweranalyse 80% = 28TN pro Gruppe- Signifikanzniveau $\alpha=5\%$- verschiedene statistische Tests	<p>Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none">- Zu Beginn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen oder klinischen Daten- 28 TN schieden im Verlauf der Studie aus. <p><u>Schmerzen</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Signifikante Schmerzlinderung in WOMAC und NHP in allen Gruppen $p < 0.05$.- Beim Vorher- Nachher Vergleich auf der VAS-Skala weisen alle Gruppen eine signifikante Schmerzlinderung auf $p < 0.05$. Dabei gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen $p > 0.05$. <table><tr><th rowspan="2">Gruppen</th><th>B</th><th>1 M</th><th>3 M</th><th>6 M</th></tr><tr><th colspan="4">M (SD)</th></tr><tr><td>TENS</td><td>76.1 (16.2)</td><td>54.7 (24.1)</td><td>51.5 (24.8)</td><td>48.6 (23.1)</td></tr><tr><td>Placebo</td><td>74.4 (16.4)</td><td>50.4 (20.3)</td><td>47.3 (22.6)</td><td>48.4 (22.7)</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- Einnahme von Paracetamol ist während den ersten 3 Monaten in Behandlungsgruppen im Vergleich zu den Kontrollgruppen signifikant tiefer $p < 0.05$. <p><u>Funktion</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Signifikante Verbesserung der Funktion, in allen Gruppen $p < 0.05$. <p><u>Bewegung</u> Keine signifikante Verbesserung in Steifheit und Bewegung in allen Gruppen $p > 0.05$.</p> <p>Keine unerwünschten Wirkungen der Therapien aufgetreten.</p>	Gruppen	B	1 M	3 M	6 M	M (SD)				TENS	76.1 (16.2)	54.7 (24.1)	51.5 (24.8)	48.6 (23.1)	Placebo	74.4 (16.4)	50.4 (20.3)	47.3 (22.6)	48.4 (22.7)	<p>Diskussion / Schlussfolgerungen</p> <ul style="list-style-type: none">- signifikante Schmerzlinderung von TENS, IFC und SWD, jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen untereinander sowie zu den Placebo-Gruppen- Paracetamol Einnahme signifikant niedriger in Behandlungsgruppen als Placebogruppen- Durchführung von Übungs- und Bildungsprogramm in allen Gruppen- kein weiterer Nutzen bei zusätzlicher Anwendung von physikalischer Behandlungsmethode- signifikante Verbesserung von Placebo-Gruppen im Vorher-Nachher-Versuch in einigen Studien bereits aufgezeigt: Gründe: Alter, Diagnose, Studiendesign, Beziehung zwischen Therapist und Patient- häufiges Anwenden von TENS als Therapieform, jedoch fehlen randomisierte, kontrollierte Studien mit einer angemessenen Stichprobengröße- häufig unklar, wie die Pat. geblendet wurden- scheitern von 3 Studien über IFC aufgrund fehlerhafter Durchführung der Intervention, zweifelhafte Blindung oder Erhebung von nur einem Outcome- vorhandensein von RCT über SWD, jedoch nur mit einem Prä- und Post-test- in Zukunft weiteren Studien mit physikalischen Therapien alleine und mit längerem Follow-up Abstand durchführen <p>Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee 1 b</p>
Gruppen	B	1 M	3 M		6 M																		
	M (SD)																						
TENS	76.1 (16.2)	54.7 (24.1)	51.5 (24.8)	48.6 (23.1)																			
Placebo	74.4 (16.4)	50.4 (20.3)	47.3 (22.6)	48.4 (22.7)																			

Mascarin et al. (2012). Effects of kinesiotherapy, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial. BMC musculoskeletal disorders, 13, 182.

Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																																								
<p>Design Randomisierte, kontrollierte Studie</p> <p>Fragestellung / Ziel / Hypothese <u>Ziel:</u> Untersuchen der Wirkung von Kinesiotherapie (KIN), Ultraschalltherapie (US) und transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) anhand des 6 Minuten Geh-Test auf Schmerzen und körperliche Leistungsfähigkeit bei Patienten mit bilateraler Gonarthrose</p> <p>Setting Universität, Basilien</p> <p>Stichprobenbildung 48 Teilnehmer (TN) zwischen 48 bis 77 Jahre alt, wurden von einer rheumatologischen Klinik rekrutiert.</p> <p>Einschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weiblich und mind. 45 Jahre alt - Keine weiteren Erkrankungen der unteren Extremitäten - Fähig körperliche Übungen aufzuführen - Keine Anwendung von anderen physikalischen Therapien - Bilaterale Gonarthrose Diagnose gemäss American College of Rheumatology criteria <p>Ausschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unilaterale Gonarthrose - Neurologische Erkrankung - Kognitive Einschränkung - Herz-Kreislauf, Lungen oder Endokrinologische Erkrankungen <p>8 Teilnehmer schieden während der Rekrutierung aus.</p> <p>Randomisierung / Verblindung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zufällig Unterteilung in drei Gruppen. - Datenermittler war hinsichtlich der Randomisierung verblindet. <p>Ethik Einwilligungserklärung von TN und Genehmigung von Ethikkommission</p>	<p>Intervention <u>alle Gruppen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Zugeordnete Therapie während 12 Wochen 2x wöchentlich - 4 Phasen: medizinische & körperliche Untersuchung, Vor-Behandlungs-Untersuchung, Behandlungsdauer, Nachbehandlungs-Untersuchung - Erfahrener Physiotherapeut <p><u>Kinesiotherapie Gruppe (KIN) n = 16</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dehnungs- und Kräftigungsübungen - Übungsdauer: 20 Minuten <p><u>Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) n = 12</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Behandlungsdauer: 20 Min., - Frequenz: 100 Hertz (Hz), - Impulsbreite: 50 Mikrosekunden, - Intensität nach subjektivem Empfinden - 4 Oberflächenelektroden 5x5cm anterior medial & lateral am Knie - Zusätzlich gleiche Übungen wie KIN <p><u>Ultraschall Gruppe (US) n = 12</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dauer von 3-4 Min. - Kontinuierliche Ultraschallwellen - Frequenz von 1MHz und 0.8 W/cm - Zusätzlich gleiche Übungen wie KIN <p>Outcome / Messinstrumente <u>Schmerz:</u> VAS (0-10), Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) <u>Bewegung:</u> Goniometer <u>Funktion:</u> 6 -Min. Geh-Test</p> <p>Datensammlung Einschätzung von Schmerz, Bewegung und Funktion anhand der Messinstrumente vor Beginn und am Ende der Studie</p> <p>Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse anhand des Programm SPSS für Windows Version 7.0 - Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$ - verschiedene statistische Tests - Effektgrösse: ≥ 0.20 & $< 0.50 \rightarrow$ zu klein, ≥ 0.50 & $< 0.80 \rightarrow$ mittel, ≥ 0.80 gross 	<p>Ergebnisse Zu Beginn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen oder klinischen Daten</p> <p><u>Schmerzen VAS</u> Rechtes Knie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>vorher</th><th>nachher</th><th>p-Wert</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">M (SD)</td></tr> <tr> <td>TENS</td><td>8.0 (1.5)</td><td>2.6 (2.9)</td><td>0.000</td></tr> <tr> <td>KIN</td><td>6.9 (1.9)</td><td>2.3 (2.7)</td><td>0.000</td></tr> <tr> <td>US</td><td>6.6 (3.0)</td><td>4.5 (3.7)</td><td>0.009</td></tr> </tbody> </table> <p>Linkes Knie</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>vorher</th><th>nachher</th><th>p</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">M (SD)</td></tr> <tr> <td>TENS</td><td>5.6 (2.7)</td><td>2.3 (2.5)</td><td>0.004</td></tr> <tr> <td>KIN</td><td>7.0 (2.1)</td><td>2.4 (2.8)</td><td>0.001</td></tr> <tr> <td>US</td><td>7.3 (2.3)</td><td>3.8 (3.1)</td><td>0.054</td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Im Vorher und Nachher-Vergleich bei allen Gruppen eine signifikante Schmerzlinderung, ausgenommen US linkes Knie. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen feststellbar. - Signifikant verbesserte Ausgangswerte des WOMAC-Index in jeder Behandlungsgruppe, wobei die Werte der KIN und TENS ausgeprägter waren als bei der US $p < 0.05$. <p><u>Bewegung Goniometer</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Extension & Flexion bei TENS signifikant verbessert. - Keine signifikante Verbesserung bei Flexion und Extension bei US. - Signifikante Verbesserung der Extension jedoch nicht der Flexion in der KIN. <p><u>Funktion 6-Min. Geh-Test</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine signifikante Verbesserung bei der TENS. - Signifikante Verbesserung bei US und KIN. 		vorher	nachher	p-Wert	M (SD)				TENS	8.0 (1.5)	2.6 (2.9)	0.000	KIN	6.9 (1.9)	2.3 (2.7)	0.000	US	6.6 (3.0)	4.5 (3.7)	0.009		vorher	nachher	p	M (SD)				TENS	5.6 (2.7)	2.3 (2.5)	0.004	KIN	7.0 (2.1)	2.4 (2.8)	0.001	US	7.3 (2.3)	3.8 (3.1)	0.054	<p>Diskussion / Schlussfolgerungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - TENS, KIN und US sind wirksame Schmerzbehandlungsmethoden, jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlungsmethoden - KIN und US steigern körperliche Leistungsfähigkeit - 6-Min. Geh-Test ist exzellentes Werkzeug für Effekt auf die funktionelle Bewegungskapazität zu evaluieren - homogene Stichprobe - nur wenige Studien überprüfen verschiedene physische Behandlungsmethoden auf funktionelle Bewegungskapazität - Wirksamkeit von nichtmedikamentösen Behandlungsmethoden auf Schmerzen von Patienten mit Gonarthrose wurde bereits in mehreren Studien nachgewiesen - in mehreren Studien unterschiedliche Resultate bezüglich Schmerzreduktion bei TENS - Beeinflussung von Schmerzreduktion bei TENS durch Frequenz und Applikationszeit möglich - signifikante Verbesserung der körperlichen Funktionsfähigkeit und Schmerzlinderung bei US bereits belegt - Untersuchung der Ergebnisse zu Beginn und am Ende, somit keine Bestimmung, welche Behandlungsmethode während diesen Zeitpunkten am besten wirkt - Parameter in Bezug auf Sauerstoffaufnahme könnten weitere Informationen zur Auswertung liefern <p>Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee 1 b</p>
	vorher	nachher	p-Wert																																								
M (SD)																																											
TENS	8.0 (1.5)	2.6 (2.9)	0.000																																								
KIN	6.9 (1.9)	2.3 (2.7)	0.000																																								
US	6.6 (3.0)	4.5 (3.7)	0.009																																								
	vorher	nachher	p																																								
M (SD)																																											
TENS	5.6 (2.7)	2.3 (2.5)	0.004																																								
KIN	7.0 (2.1)	2.4 (2.8)	0.001																																								
US	7.3 (2.3)	3.8 (3.1)	0.054																																								

Vance et al. (2012). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. <i>Physical therapy</i>, 92(7), 898–910.			
Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)
Design Randomisierte, kontrollierte, doppelblinde Studie Fragestellung / Ziel / Hypothese Ziel: Wirksamkeit von HF-TENS und LF-TENS auf Gonarthroseschmerzen zu untersuchen und ermitteln, welche Messinstrumente sich bei diesem Design und Patientengruppe für weitere Studien am besten eignen. Hypothese: HF-TENS und LF-TENS reduzieren die Schmerzen bei Bewegung, jedoch nicht in Ruhe und verbessern die Funktionsfähigkeit. Setting In tertiäres Versorgungszentrum, USA Stichprobenbildung Rekrutierung von 311 Teilnehmer (TN) anhand von Flyer und bei positiven Befunden einer Gonarthrose Einschlusskriterien <ul style="list-style-type: none"> - mediale Kniegelenksarthrose - 18- 95 jährig - muss zum Briefkasten und zurück laufen können - stabiler Medikamentenplan 3 Wochen bevor Testung - Schmerzen grösser 3 von 10 während Belastung Ausschlusskriterien <ul style="list-style-type: none"> - lateral Gonarthrose - unkontrollierter Diabetes mellitus - Hypertonie - Demenz oder kognitive Einschränkungen - neurologische Störungen, - frühere TENS- Anwendungen - Störungen der Sensitivität unterer Extremitäten - Knie Operation der letzten 6 Mt oder Knie - Infiltrationen in den letzten 4 Wochen. 236 TN fielen nach der Randomisierung weg. TN waren zwischen 31 – 94 Jahre alt. Randomisierung / Verblindung <ul style="list-style-type: none"> - Verdeckte Zuteilung durch blickdichte, verschlossene Briefe. Randomisierte Zuteilung in 3 Gruppen durch Blockrandomisierung. Die Anweisungsbriefe wurden an einem anderen Ort aufbewahrt und konnten durch den Datensammler nicht eingesehen werden. Ethik Genehmigung von Ethikkommission und TN unterzeichneten Einwilligungserklärung	Intervention <u>alle Gruppen</u> <ul style="list-style-type: none"> - TN wurden instruiert, 4 h vor der Sitzung keine Medikamente zu nehmen. - Dauer der Behandlung: 20 Minuten - Impulsbreite: 100 Mikrosekunden (μs), - Intensität nach subjektivem Empfinden - 4 selbstklebende Elektroden 5 x5 cm gross wurden je 2 oberhalb und je 2 unterhalb des Knies befestigt Hochfrequente TENS N=25 - Frequenz von 100Hertz (Hz) Niederfrequente TENS N=25 - Frequenz von 4 Hz Placebo TENS N=25 - Identisches Applikationsschema mit elektrischen Stimulation für die ersten 30 Sek. danach keine elektrischen Impulse Outcome / Messinstrumente Subjektive Schmerzintensität: VAS in Ruhe und Bewegung (0-10) Schmerzempfindlichkeit: Messung durch verschiedene sensorische Tests Mechanische Hautschmerzschwelle (CMPT): Methode Monofilament nach Semmes-Weinstein Druckschmerzschwelle (PPT): Mit Druckalgometer, Handschalter drücken, wenn Sensation schmerzhaft ist. Hitzeschmerzschwelle (HPT): Sonde mit Temperatur von 37° wird 1°/s bis zu 52° erhöht, TN muss Taste drücken, wenn der Impuls schmerzhaft wird Zeitliche Summation der Wärme (HTS): Sonde mit 45.5° auf Haut befestigt, TN mussten Schmerz nach 5 und 20 Sekunden beurteilen Times-up and -go Test (TUG) Datensammlung Einschätzung von Schmerzen vor und nach einer einzelnen TENS-Behandlung mit VAS in Ruhe und Bewegung, CMPT, PPT, HPT, HTS, TUG Datenanalyse <ul style="list-style-type: none"> - Signifikanzniveau α = 5% - Poweranalyse 80% = 25 TN pro Gruppe - verschiedene statistische Tests 	Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> - Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen Daten, ausser beim BMI. Und bezüglich den klinischen Daten ein signifikanter Unterschied beim HPT. - Die Schmerzintensität in Ruhe auf der VAS wurde signifikant in allen 3 Gruppen reduzierte ($p=0.001$, $p=0.01$ und $p=0.0001$ für HF-TENS, NF-TENS und Placebo TENS). Jedoch ohne signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. - Keine signifikanten Veränderungen bezüglich HPT, CMPT und HTS in allen Behandlungsgruppen. - HF-TENS verbesserte signifikant PPT beim betroffenen Knie ($p=.002$) und über dem anterior tibialis muscle beim betroffenen Knie ($p=.001$) - NF-TENS verbesserte signifikant nur PPT beim betroffenen Knie ($p=.05$) - Placebo-TENS weist keine signifikante Verbesserung bezüglich PPT auf. - Beim Vergleich zwischen den Gruppen konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der HF-TENS Gruppe und der Placebo-Gruppe von PPT festgestellt werden ($p=.026$). - Der Schmerzlinderung während TUG verbesserte sich in allen 3 Gruppen signifikant ($p=.001$, $p=.03$ und $p=.001$ für HF-TENS, NF-TENS und Placebo TENS). Jedoch gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen - Zeit in der TUG durchgeführt wurde, verbesserte sich in allen Gruppen nicht signifikant. 	Diskussion / Schlussfolgerungen <ul style="list-style-type: none"> - signifikante Verbesserung des PPT am Kniegelenk mit HF- und NF-TENS, Placebo-TENS keine signifikante Wirkung in vorliegender Studie - Reduktion der subjektiven Schmerzintensität in Ruhe und Bewegung in allen 3 Behandlungsgruppe - Keine Unterschiede beim CMPT, HPT, HTS und TUG in allen Gruppen - Begründung der Autoren der fehlende Verbesserung der anderen Tests (CMPT, HPT oder HTS) ist die Desensibilisierung bei Gonarthrose und Messungen von kutanen Stimulis - grossen Effekt von TENS bei Reduktion von tiefer Gewebhyperalgesie - minimale Auswirkungen auf den Schmerz und die Funktionsfähigkeit bei einer TENS Behandlung - erste Studie, welche Effekt von TENS auf Hyperalgesie misst - frühere Studien zeigen, Coffein beeinflusst Schmerzunempfindlichkeit - Opioid- Einnahme beeinflussen Resultate - Reduzierter Effekt von NF-TENS, aber nicht bei HF-TENS bei Menschen, die Opiode nehmen - weitere Variable, die die Resultate beeinflussen kann, ist die Tatsache, dass in dieser Studie nicht kontinuierlich die Stimulation angepasst wurde - Limitationen: Studie testet nur eine einzige Behandlung - Weitere Studien sollten untersuchen, wie der Effekt von wiederholter aktiver TENS-Anwendung mit der Verblindung ist Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee 1 b

Gschiel et al. (2010). Analgetische Effizienz von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS-Therapie) bei Patienten mit Gonarthrose. <i>Der Schmerz</i> , 24(5), 494–500.																																												
Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																																									
Design Prospektive, randomisierte, placebokontrollierte, doppelblinde Studie Fragestellung / Ziel / Hypothese Ziel: Wirksamkeit von TENS in Form der HAN-Stimulation auf Gonarthroseschmerzen und Medikamentenbedarf überprüfen Setting Landeskrankenhaus, Österreich Stichprobenbildung Rekrutierung von 45 Teilnehmern (TN) mit einer radiologisch nachgewiesenen Gonarthrose am Landeskrankenhaus Klagenfurt. Einschlusskriterien <ul style="list-style-type: none"> - Zwischen 18 und 80 Jahren - 50-100kg Körpergewicht - Pat. mit radiologisch nachgewiesene Gonarthrose mit chronischen Schmerzen - Bewertung von Schmerzen mind. 4 auf einer 11-teiligen NRS - Klinische Diagnose Stellung sowie radiologische Verifizierung Ausschlusskriterien <ul style="list-style-type: none"> - Herz-Kreislaufkrankungen - Herzschrittmacher - Neurologische Vorerkrankungen - Entzündliche Gelenkerkrankungen - Malignome - Vorherige Teilnahme an anderen Studien Abbruchkriterien <ul style="list-style-type: none"> - Mangelnde Compliance oder Wunsch des TN Randomisierung / Verblindung <ul style="list-style-type: none"> - Die zuvor vom Gerätehersteller in 5er-Einheiten verblindeten TENS-Geräte, wurden randomisiert der TENS-Gruppe und TENS-Placebo Gruppe zugeordnet. - Autoren sowie Patienten waren verblindet. Ethik Einwilligungserklärung von TN und Genehmigung von Ethikkommission	Intervention <u>beide TENS Gruppe</u> <ul style="list-style-type: none"> - 3 Wochen morgens & abends 30 Min. Behandlung - nachfolgende Beobachtungszeit ohne Intervention von 2 Wochen - 5x5cm Elektrode Anode medial und Kathode lateral am Kniegelenk TENS-Gruppe (n=25) <ul style="list-style-type: none"> - Phase 1: Frequenz 100 Hertz (Hz), Impulsbreite 150 Mikrosekunde (μs) und Dauer 3 Sekunden (Sek.) - Phase 2: Frequenz 2Hz, Impulsbreite 200μs, Dauer 3Sek. TENS-Placebo Gruppe (n=20) <ul style="list-style-type: none"> - Scheinstimulation, kein Impuls wurde ausgelöst. Outcome / Messinstrumente Schmerz: VAS (0-10), SF-36-Fragebogen, Western Ontario MacMaster Universities Index (WOMAC-Index), Lysholm-Score Datensammlung Einschätzung von Schmerzen zu Beginn, nach 1 (t1), 3 (t2) und 5 (t3) Wochen anhand von WOMAC-Index, Lysholm-Score und SF-36-Fragebogen, tägliche Bewertung von Schmerz anhand VAS Datenanalyse <ul style="list-style-type: none"> - Analyse anhand des Programm SPSS für Windows Version 14.0 - Signifikanzniveau $\alpha=5\%$ - verschiedene statistische Tests 	Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> - Zu Beginn keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen bezüglich demographischen oder klinischen Daten - 5 Abbrüche in TENS-Placebogruppe Schmerzen VAS: Durchschnittlicher Mittelwert der Schmerzintensität in TENS-Gruppe in letzten 4 Wochen vor Studienbeginn 6,4 Score. Signifikante Schmerzlinderung an 2 Tagen: P nach 11 Tagen 0.017 und nach 25 Tagen 0.037. Die signifikante Schmerzreduktion hielt nach Behandlungsende nicht an. Schmerzen WOMAC-Index <table border="1"> <thead> <tr> <th>Gruppe</th><th>Beginn</th><th>t1</th><th>t2</th><th>t3</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">M (SD)</td></tr> <tr> <td>TENS</td><td>37.5 (3.7)</td><td>32 (4)</td><td>27 (3.9)</td><td>28.1 (4.5)</td></tr> <tr> <td>TENS-Placebo</td><td>37.1 (5.4)</td><td>36.5 (4)</td><td>37.7 (5.9)</td><td>32.3 (5.7)</td></tr> </tbody> </table> Signifikante Schmerzlinderung während des Zeitraums t2-3 $p=0.04$ in der TENS-Gruppe. Schmerzen Lysholm-Score <table border="1"> <thead> <tr> <th>Gruppe</th><th>Beginn</th><th>t1</th><th>t2</th><th>t3</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">M (SD)</td></tr> <tr> <td>TENS</td><td>53.8 (7.5)</td><td>90 (9.8)</td><td>94.5 (11.1)</td><td>91 (12.6)</td></tr> <tr> <td>TENS-Placebo</td><td>42.3 (12.5)</td><td>65 (7.9)</td><td>77 (14.8)</td><td>70 (10.8)</td></tr> </tbody> </table> Signifikante Schmerzlinderung während des Zeitraums t2-3 $p=0.061$ in TENS-Gruppe. Bei SF-36- Fragebogen keine signifikante Schmerzreduktion. Keine Nebenwirkungen feststellbar	Gruppe	Beginn	t1	t2	t3	M (SD)					TENS	37.5 (3.7)	32 (4)	27 (3.9)	28.1 (4.5)	TENS-Placebo	37.1 (5.4)	36.5 (4)	37.7 (5.9)	32.3 (5.7)	Gruppe	Beginn	t1	t2	t3	M (SD)					TENS	53.8 (7.5)	90 (9.8)	94.5 (11.1)	91 (12.6)	TENS-Placebo	42.3 (12.5)	65 (7.9)	77 (14.8)	70 (10.8)	Diskussion / Schlussfolgerungen <ul style="list-style-type: none"> - nichtmedikamentöse, nichtinvasive, nebenwirkungsarme und bei regelmässiger Anwendung effektive Schmerzbehandlungsmethode - signifikante Schmerzreduktion bei TENS-Therapie mit Han-Stimulation während 3 Wochen 2x 30 Min. täglich - keine Nebenwirkungen feststellbar - weitere Studien beschreiben Wirksamkeit von TENS bei neurologischen Schmerzsyndromen, chronischen muskuloskeletaler Schmerzen, keine Wirksamkeit bei chronischen unteren Rückenschmerzen, Diskussionen über Wirksamkeit von TENS in akuter postoperativer Schmerztherapie - signifikante Schmerzreduktion bei chronischen Rückenschmerzen bei Kombination von Akupunktur und TENS - mehr klinisch validierte Studien zur TENS erforderlich - Durchführen von placebokontrollierte Studien schwierig, aufgrund strukturiertem Studiendesign und Patientencompliance Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee 1 b	
Gruppe	Beginn	t1	t2	t3																																								
M (SD)																																												
TENS	37.5 (3.7)	32 (4)	27 (3.9)	28.1 (4.5)																																								
TENS-Placebo	37.1 (5.4)	36.5 (4)	37.7 (5.9)	32.3 (5.7)																																								
Gruppe	Beginn	t1	t2	t3																																								
M (SD)																																												
TENS	53.8 (7.5)	90 (9.8)	94.5 (11.1)	91 (12.6)																																								
TENS-Placebo	42.3 (12.5)	65 (7.9)	77 (14.8)	70 (10.8)																																								

Law und Cheing (2004). Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. <i>Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine</i> , 36(5), 220–225.																																							
Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																																				
<p>Design</p> <p>Doppelblinde, randomisierte, kontrollierte Studie</p> <p>Fragestellung / Ziel / Hypothese</p> <p><u>Ziel:</u> Überprüfen der optimalen Stimulationsfrequenz der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung von Gonarthroseschmerzen</p> <p>Setting</p> <p>Pflegeheim, China</p> <p>Stichprobenbildung</p> <p>Rekrutierung von 36 Teilnehmer (TN) eines Pflegeheims.</p> <p>Einschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none">- Aufweisen von mind. Grad II Gonarthrose auf Röntgenbild- Fähigkeit VAS auszufüllen- Keine weiteren Knieerkrankungen <p>Ausschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none">- Frühere Knieoperationen- Intraartikuläre Kortikosteroidinjektionen innerhalb der letzten 4 Wochen- Weitere chronische Erkrankung.- Herzschrittmacher- TENS innerhalb des letzten Monats <p>Randomisierung / Verblindung</p> <ul style="list-style-type: none">- Zufällig Unterteilung in vier Gruppen anhand von Losentscheidung mit blickdichten Briefumschlägen- TN und Forscher wurden verblindet. <p>Ethik</p> <p>TN wurden informiert, dass sie etwas fühlen können oder auch nicht.</p>	<p>Intervention</p> <p><u>Alle Gruppen</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 10 Behandlungen während 2 Wochen- Stimulationsdauer: 40 Min.- 2 Gummielektroden 4.5 x 3.8 cm² an Akupunkturpunkten: ST35, LE4, SP9 und GB34- Stromintensität reicht von 25 Milliampere (mA) bis 35mA, Intensität wurde bis stark kribbelndes Gefühl oder milde Zuckungen erhöht. <p><u>TENS₂</u> (n = 13)</p> <ul style="list-style-type: none">- Stimulationsfrequenz: 2 Hertz (Hz)- Impulsdauer: 576 Mikrosekunden (µs) <p><u>TENS₁₀₀</u> (n = 12)</p> <ul style="list-style-type: none">- Stimulationsfrequenz: 100Hz- Impulsbreite: 200µs <p><u>TENS_{2/100}</u> (n = 13)</p> <ul style="list-style-type: none">- Stimulationsfrequenz: 2Hz mit Impulsdauer von 576µs für 3 Sek. in Abwechslung von 100Hz mit Impulsbreite von 200µs für 2.5 Sek. <p><u>TENS_{PL}</u> (n = 10)</p> <ul style="list-style-type: none">- Da Schaltung getrennt wurde, leuchtet Anzeigelampe auf, jedoch gibt Gerät keinen Impuls ab. <p>Outcome / Messinstrumente</p> <p><u>Schmerz:</u> VAS (0-10)</p> <p><u>Bewegung:</u> Goniometer</p> <p><u>Funktion:</u> Timed-up and-go Test (TUGT)</p> <p>Datensammlung</p> <p>Einschätzung des Schmerzes anhand der VAS-Skala vor der Behandlung sowie nach 20 Min., 40 Min., 60 Min. und 100 Min. danach</p> <p>Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none">- Analyse anhand des Programm SPSS 11.0- Signifikanzniveau α = 5%- verschiedene statistische Tests	<p>Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none">- Zu Beginn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen oder klinischen Daten.- 2 TN beendeten die Studie vor Studienende <p><u>Schmerzen VAS</u></p> <ul style="list-style-type: none">- In jeder Gruppe signifikante Schmerzlinderung beim Vorher-Nachher-Vergleich während der ersten Behandlung (p=0.000). TENS₁₀₀ und TENS_{2/100} zeigten niedrigere VAS-Werte, jedoch gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (p=0.117). <table><tr><th>Gruppen</th><th>Tag 1</th><th>Tag 5</th><th>Tag 10</th><th>Follow-up</th><th>p-Wert</th></tr><tr><td></td><td colspan="4">M (SD) der VAS-Werte in %</td><td></td></tr><tr><td>TENS₂</td><td>100 (0)</td><td>40.6 (40.7)</td><td>30.4 (32.2)</td><td>13.4 (13.8)</td><td>0.000</td></tr><tr><td>TENS₁₀₀</td><td>100 (0)</td><td>30.7 (33.1)</td><td>15.6 (17.5)</td><td>28.9 (27.3)</td><td>0.000</td></tr><tr><td>TENS_{2/100}</td><td>100 (0)</td><td>6.7 (17.1)</td><td>18.1 (21.4)</td><td>23.5 (27.3)</td><td>0.000</td></tr><tr><td>TENS_{PL}</td><td>100 (0)</td><td>77.4 (59.4)</td><td>89.4 (70.7)</td><td>95.6 (99.9)</td><td>0.366</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- In allen aktiven TENS-Gruppen signifikante Schmerzlinderung nach Behandlungsende (p=0.000) sowie Follow-up (p=0.002) ersichtlich. Keine signifikante Verbesserung bei TENS_{PL}. Keinen signifikanten Unterschied zwischen den aktiven TENS-Gruppen ersichtlich. <p><u>Bewegung</u></p> <ul style="list-style-type: none">- In allen aktiven TENS-Gruppen signifikante Verbesserung beim Bewegungsbereich nach Behandlungsende bis Follow-up (p = 0.047). Gilt nicht für TENS_{PL}. Keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (p>0.05). <p><u>Funktion</u></p> <p>Signifikante Verbesserung bezüglich der Funktion in allen Gruppen (p = 0.000). Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (p<0.05).</p>	Gruppen	Tag 1	Tag 5	Tag 10	Follow-up	p-Wert		M (SD) der VAS-Werte in %					TENS ₂	100 (0)	40.6 (40.7)	30.4 (32.2)	13.4 (13.8)	0.000	TENS ₁₀₀	100 (0)	30.7 (33.1)	15.6 (17.5)	28.9 (27.3)	0.000	TENS _{2/100}	100 (0)	6.7 (17.1)	18.1 (21.4)	23.5 (27.3)	0.000	TENS _{PL}	100 (0)	77.4 (59.4)	89.4 (70.7)	95.6 (99.9)	0.366	<p>Diskussion / Schlussfolgerungen</p> <ul style="list-style-type: none">- drei aktive TENS-Gruppen weisen nach einer Behandlungssitzung signifikante Schmerzlinderung auf- drei aktive TENS-Gruppen weisen nach Behandlungsperiode von 2 Wochen signifikante Schmerzlinderung auf, kein Unterschied zwischen Gruppen feststellbar- analgetische Wirkung der drei aktiven TENS-Gruppen bis Follow-up- unterschiedliche Frequenzen scheinen verschiedene analgetischen Mechanismen zugrunde zu liegen- Förderung von Ausscheidung von Dynorphin bei Hochfrequenten-TENS und Freisetzung von Enkephalin und Endorphin bei Niederfrequenten-TENS- theoretisch vermehrte Freisetzung von Opioiden bei Anwendung von hoch- und niederfrequent gemischten TENS, Untersuchung ergibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Frequenzformen- Beteiligung von Serotonin und Noradrenalin am analgetischen Prozess- signifikante Verbesserung des Bewegungsbereiches des Knies und Funktionsfähigkeit bei den drei aktiven TENS-Gruppen- laut früheren Studien führt Reduktion des Kniebeschmerzes zu mehr Bewegung und verbessert somit Funktion des Kniegelenks <p>Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee</p> <p>1 b</p>
Gruppen	Tag 1	Tag 5	Tag 10	Follow-up	p-Wert																																		
	M (SD) der VAS-Werte in %																																						
TENS ₂	100 (0)	40.6 (40.7)	30.4 (32.2)	13.4 (13.8)	0.000																																		
TENS ₁₀₀	100 (0)	30.7 (33.1)	15.6 (17.5)	28.9 (27.3)	0.000																																		
TENS _{2/100}	100 (0)	6.7 (17.1)	18.1 (21.4)	23.5 (27.3)	0.000																																		
TENS _{PL}	100 (0)	77.4 (59.4)	89.4 (70.7)	95.6 (99.9)	0.366																																		

Cheing et al. (2003). Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain. *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 35(2), 62–68.

Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																																																						
<p>Design</p> <p>Randomisierte, kontrollierte Studie</p> <p>Fragestellung / Ziel / Hypothese</p> <p><u>Ziel:</u> Überprüfen der optimalen Stimulationsdauer der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung von Gonarthroseschmerzen und messen der Halbwertszeit des analgetischen Effekts nach der Behandlung</p> <p>Setting</p> <p>Krankenhaus, China</p> <p>Stichprobenbildung</p> <p>Rekrutierung von 40 Teilnehmer (TN) zwischen 51 und 79 Jahren mit festgestellter Diagnose von der Physiotherapie des Queen Elisabeth Spital in Hong Kong.</p> <p><u>Einschlusskriterien</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Zwischen 50 – 80 Jahre- Mind. Grad 2 auf der Kellgren & Lawrence Skala- Einzige Ursache des Knieschmerzes und für die Aufnahme in die Physiotherapie- Fähig während des Laufens Schmerzen auf VAS anzugeben- VAS-Werte während des Gehens von 3.0 – 7.0 von 10 <p><u>Ausschlusskriterien</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Frühere Knieoperationen- Erhalten von Steroid-Injektionen und TENS innerhalb der letzten 2 Monaten- Herzschrittmacher <p>2 TN der TENS-Placebogruppe schieden nach der Rekrutierung aus.</p> <p>Randomisierung / Verblindung</p> <ul style="list-style-type: none">- TN wurden zuerst nach Geschlecht aufgeteilt und danach zufällig in 4 Gruppen unterteilt.- TN der Placebogruppe und TENS₆₀ Gruppe waren verblindet. <p>Ethik</p> <p>TN unterzeichneten Einwilligungserklärung. TN der Placebo-Gruppe wurde mitgeteilt, dass sie während der Behandlung nichts spüren.</p>	<p>Intervention</p> <p><u>Alle Gruppen</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Behandlung an 10 Tagen während 2 Wochen- TN lagen auf dem Rücken- Knie mit 15° Winkel auf Kissen gelagert- 4 Gummielektroden 2 x 3cm mit wässrigem Gel an Akupunkturpunkten- Stimulationsfrequenz: 100 Hertz- Impulsbreite: 200 Mikrosekunden- Intensität wurde bis stark kribbelndes Gefühl erhöht. <p><u>TENS₂₀</u> (n = 10)</p> <ul style="list-style-type: none">- Stimulationsdauer: 20 Min. <p><u>TENS₄₀</u> (n = 10)</p> <ul style="list-style-type: none">- Stimulationsdauer: 40 Min. <p><u>TENS₆₀</u> (n = 10)</p> <ul style="list-style-type: none">- Stimulationsdauer: 60 Min. <p><u>TENS_{PL}</u> (n = 8)</p> <p>Da Schaltung getrennt wurde, leuchtet Anzeigelampe auf, jedoch gibt Gerät keinen Impuls ab. Stimulationsdauer: 60 Min.</p> <p>Outcome / Messinstrumente</p> <p><u>Schmerz:</u> VAS (0-10)</p> <p>Datensammlung</p> <p>Einschätzung der Schmerzen anhand VAS bei jeder Sitzung zu Beginn, nach 20 Min., nach 40 Min., nach 60. Min. und danach 2 stündlich bis nach 10 Stunden zu Hause.</p> <p>Follow-up 2 Wochen nach Behandlungsende</p> <p>Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none">- Analyse anhand des Programm SPSS 10.0- Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$- verschiedene statistische Tests	<p>Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none">- Zu Beginn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen oder klinischen Daten <p><u>Schmerzen VAS-Skala</u></p> <table><tr><th rowspan="2">Gruppen</th><th>vorher</th><th>nachher</th><th rowspan="2">Reduktion in %</th><th rowspan="2">p-Wert</th></tr><tr><th colspan="2">VAS-Wert</th></tr><tr><td>TENS₂₀</td><td>4.36</td><td>2.27</td><td>47.93</td><td>0.001</td></tr><tr><td>TENS₄₀</td><td>5.19</td><td>2.06</td><td>60.31</td><td>0.001</td></tr><tr><td>TENS₆₀</td><td>5.47</td><td>2.96</td><td>45.89</td><td>0.001</td></tr><tr><td>TENS_{PL}</td><td>4.89</td><td>4.43</td><td>9.41</td><td>0.007</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- Nach einer Behandlung in jeder Gruppe signifikante Schmerzlinderung beim Vorher- Nachher-Vergleich. Gruppen-Vergleich zeigt signifikant höhere Schmerzlinderung der 3 aktiven TENS Gruppen im Vergleich zur TENS-Placebo Gruppe. Kein signifikanter Unterschied zwischen den 3 aktiven Gruppen. <table><tr><th rowspan="2">Gruppen</th><th>Tag 1</th><th>Tag 10</th><th rowspan="2">Reduktion in %</th><th rowspan="2">p-Wert</th></tr><tr><th colspan="2">VAS-Wert</th></tr><tr><td>TENS₂₀</td><td>4.36</td><td>1.96</td><td>54.59</td><td>0.001</td></tr><tr><td>TENS₄₀</td><td>5.19</td><td>0.86</td><td>83.40</td><td>0.001</td></tr><tr><td>TENS₆₀</td><td>5.47</td><td>1.73</td><td>68.37</td><td>0.001</td></tr><tr><td>TENS_{PL}</td><td>4.89</td><td>4.59</td><td>6.14</td><td>0.532</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- Kumulative Wirkung ist bei den 3 aktiven TENS Gruppen signifikant höher als bei der TENS_{PL}. TENS₄₀ und TENS₆₀ sind dabei signifikant höher als TENS₂₀ Gruppe. Im Follow-up weist die TENS₄₀ Gruppe signifikant höchste kumulative Wirkung auf.- Halbwertszeit des analgetischen Effekt ist am Ende der Behandlung in TENS₄₀ und TENS₆₀ Gruppen signifikant höher als in TENS₂₀ und TENS_{PL} Gruppe (p = 0.001).	Gruppen	vorher	nachher	Reduktion in %	p-Wert	VAS-Wert		TENS ₂₀	4.36	2.27	47.93	0.001	TENS ₄₀	5.19	2.06	60.31	0.001	TENS ₆₀	5.47	2.96	45.89	0.001	TENS _{PL}	4.89	4.43	9.41	0.007	Gruppen	Tag 1	Tag 10	Reduktion in %	p-Wert	VAS-Wert		TENS ₂₀	4.36	1.96	54.59	0.001	TENS ₄₀	5.19	0.86	83.40	0.001	TENS ₆₀	5.47	1.73	68.37	0.001	TENS _{PL}	4.89	4.59	6.14	0.532	<p>Diskussion / Schlussfolgerungen</p> <ul style="list-style-type: none">- signifikant höhere Schmerzlinderung in drei aktiven TENS-Gruppen im Vergleich zur TENS-Placebogruppe nach einer Behandlung- signifikant höhere Schmerzreduzierung der drei aktiven TENS-Gruppen im Vergleich der Placebogruppe nach wiederholter täglicher Anwendung- optimale Behandlungsdauer 40 Minuten, da Halbwertszeit und grösster kumulativer analgetischer Effekt vorhanden- Laut früheren Studien: Halbwertszeit des analgetischen Effekts nach TENS von 5 Min. bis zu 18 h, laut dieser Studie analgetischen Effekt bis zu 10 Stunden nach Behandlungsende- Erhöhung der Freisetzung von Enkephalinen bei Akupunktur-like TENS und Verbesserung der Freisetzung von Dynorphin durch konventionelle TENS- laut anderen Studien grösste Schmerzlinderung nach 60 Min.- Beteiligung von körpereigenen Opioiden- Erhöhung der Menge freigesetzter Opioiden durch längere Stimulationsdauer, Beeinflussung des analgetischen Effekt durch Dauer, Abbau von Opioiden durch übermässig lange Behandlung- typischer zeitlicher Verlauf von Freisetzung bis Auflösung von körpereigenen Opioiden- genaue zugrunde liegender kumulativer Mechanismus des analgetischen Effekts nach TENS unklar <p>Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee</p> <p>1 b</p>
Gruppen	vorher	nachher		Reduktion in %	p-Wert																																																				
	VAS-Wert																																																								
TENS ₂₀	4.36	2.27	47.93	0.001																																																					
TENS ₄₀	5.19	2.06	60.31	0.001																																																					
TENS ₆₀	5.47	2.96	45.89	0.001																																																					
TENS _{PL}	4.89	4.43	9.41	0.007																																																					
Gruppen	Tag 1	Tag 10	Reduktion in %	p-Wert																																																					
	VAS-Wert																																																								
TENS ₂₀	4.36	1.96	54.59	0.001																																																					
TENS ₄₀	5.19	0.86	83.40	0.001																																																					
TENS ₆₀	5.47	1.73	68.37	0.001																																																					
TENS _{PL}	4.89	4.59	6.14	0.532																																																					

Ng et al. (2003). The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees: a randomized controlled trial with follow-up evaluation. <i>Journal of alternative and complementary medicine</i>, 9(5), 641–649.																			
Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																
<p>Design Randomisierte, kontrollierte Studie mit Follow-up</p> <p>Fragestellung / Ziel / Hypothese Ziel: Überprüfen der Wirksamkeit von Elektro-Akupunktur (EA) und der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung von Gonarthroseschmerzen bei älteren Menschen</p> <p>Setting Krankenhauses, China</p> <p>Stichprobenbildung Rekrutierung von 24 Teilnehmern (TN) zwischen 75 und 96 Jahre alt, aus acht Alters- und Pflegeheim mit Knieschmerzen und einer diagnostizierten Gonarthrose von Geriatriker</p> <p>Einschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krepitationen bei aktivem Bewegen - Morgensteifheit < 30 Minuten - Knöcherne Deformationen - Stabile Medikation <p>Ausschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> - Andere Bindegewebserkrankungen des betroffenen Kniegelenks - neurologische oder psychiatrische Erkrankungen - Steroid-Injektion in den letzten 3 Monaten - Besitzen von Hörgerät oder Herzschrittmacher - Eine Akupunktur oder TENS Behandlung innerhalb den letzten 3 Monaten - Unfähigkeit Anweisungen zu verstehen oder die Zustimmung zu geben. <p>Randomisierung / Verblindung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zufällig Unterteilung in drei Gruppen anhand von Papier mit gruppenspezifischen Abbildungen. - Gutachter, welche die Outcome anhand der Messinstrumente evaluierte, war verblindet. <p>Ethik Informierte Zustimmung der TN und Genehmigung von Ethikkommission</p>	<p>Intervention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alle - TN erhielten Informationsbroschüre, für Allgemein Bildung und Selbstmanagement bei Gonarthrose. <p>EA-Gruppe und TENS-Gruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 Behandlungen des schmerzenden oder schmerzhafteren Knie während 2 Wochen - Behandlungsdauer: 20 Minuten - TENS- und Elektroakupunkturpunkte ST-35 (Dubi) und EX-LE-4 (Neixiyan) <p>EA-Gruppe (n = 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sterile Nadeln 10 – 15 mm eingeführt, - Frequenz von 2 Hertz (Hz), Intensität wurde bis zu nichtschmerzhaften, pulsieren erhöht. <p>TENS-Gruppe (n = 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oberflächenelektroden 5x3.5 cm² - Frequenz von 2Hz, Impulsbreite von 200 Mikrosekunden, Intensität wurde bis erträgliche Muskelkontraktionen und kribbelndes Gefühl erhöht. <p>Kontrollgruppe (n = 8) TN erhielten Informationsbroschüren.</p> <p>Outcome / Messinstrumente Schmerz: NRS (0-10) Bewegung: Goniometer Funktion: Timed-up and-go Test (TUGT)</p> <p>Datensammlung Einschätzung vor Beginn (T1) nach 8 Behandlungen (T2) und zwei Wochen nach der letzten Behandlung (T3). durch einen geblendeten Ermittler.</p> <p>Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse anhand des Programm SPSS für Windows Version 10.0 - Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$ - verschiedene statistische Tests 	<p>Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zu Beginn keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demographischen oder klinischen Daten <p>Schmerzen NRS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>T1</th><th>T2</th><th>T3</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>M (SD)</td><td colspan="2">Reduzierung in %</td></tr> <tr> <td>TENS</td><td>4.19 (1.49)</td><td>-28%</td><td>-15%</td></tr> <tr> <td>EA</td><td>4.69 (1.71)</td><td>-29%</td><td>-31%</td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Signifikante Schmerzlinderung bei TENS & Elektroakupunktur-Gruppe ($p < 0.01$). - Keine signifikanten Verbesserungen der Kontrollgruppe $p > 0.05$. <p>Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine signifikanten Verbesserungen bei TENS-Gruppe $p > 0.05$. - Signifikante Steigerung bei Elektroakupunktur-Gruppe nach 8 Behandlungen, jedoch hielt die Wirkung nicht an, keine signifikante Verbesserung bei T3 ($p > 0.05$). - Keine signifikante Verbesserung der Kontrollgruppe $p > 0.05$. <p>Bewegung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine signifikante Verbesserung beim Bewegungsbe reich bei TENS-, Elektroakupunktur- und Kontrollgruppe ($p > 0.05$). 		T1	T2	T3		M (SD)	Reduzierung in %		TENS	4.19 (1.49)	-28%	-15%	EA	4.69 (1.71)	-29%	-31%	<p>Diskussion / Schlussfolgerungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Signifikante Schmerzreduzierung bei TENS und EA nach 8 Behandlungen - Teilnehmer waren im hohen Alter, brauchten Unterstützung bei den Lebensaktivitäten - Schmerzlinderung kann durch Freisetzung von Endorphinen innerhalb des Zentralen Nervensystems verursacht werden, Beginn und Ende sind schleichend, Spitzenwerte der TENS ab einer Stimulationsdauer von mind. 20 Minuten - Hauptunterschied zwischen TENS und EA ist die Dauer der Schmerzlinderung - Frühere Studien zeigen, dass Akupunktur einen längeren analgetischen Effekt produziert als TENS. Zu Grunde liegender Mechanismus unklar - Im Gegensatz zu früheren Studien weniger positiven analgetischen Effekt für EA und TENS, Grund, Intoleranz von hohen Intensitäten der älteren Menschen. Somit nicht die optimale Stimulation - Erkennen einer Reduktion von leichten und mittleren Schmerzen schwerer als die von starken Schmerzen - Verbesserung Bewegung war nicht zu erwarten, da bei Patienten mit chronischen Erkrankungen das Ändern des Bewegungsraumes in kurzen Zeitraum unwahrscheinlich ist und im späteres Stadium von Gonarthrose Knochendeformationen vorhanden sind - Paradoxe Weise signifikant bessere Werte der EA bei Schmerz sowie Funktion, während TENS nur bei Schmerz signifikante Verbesserungen zeigt - TUGT hätte aufgrund von allgemeinen Wohlbefinden oder Stimmung der Teilnehmer manipuliert werden können - Ein Störfaktor bei der Analyse, einige TN an einer bilateralen Gonarthrose litten - Limitationen aufgrund der geringen Stichprobengröße und kurze Intervalle zwischen den Datenerhebungsterminen <p>Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee 1 b</p>
	T1	T2	T3																
	M (SD)	Reduzierung in %																	
TENS	4.19 (1.49)	-28%	-15%																
EA	4.69 (1.71)	-29%	-31%																

Cheing et al. (2002). Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain? <i>Clinical rehabilitation</i> , 16(7), 749–760.																																																		
Design, Fragestellung / Ziel / Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/ Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome / Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion / Schlussfolgerungen, Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee (1999)																																															
<p>Design</p> <p>Randomisierte, kontrollierte Studie mit Follow-up</p> <p>Fragestellung / Ziel / Hypothese</p> <p>Ziel: Kumulativen, analgetischen Effekt der transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) im Vergleich zu einer TENS-Placebo-Gruppe, einer isometrischen Übungsgruppe und einer kombinierten TENS mit isometrischen Übungen Gruppe auf chronische Schmerzen einer Gonarthrose zu überprüfen.</p> <p>Setting</p> <p>Krankenhaus, China</p> <p>Stichprobenbildung</p> <p>Rekrutierung von 66 TN zwischen 50-75 Jahren mit klinisch sowie radiologisch nachgewiesenen Gonarthrose von Orthopäden eines Spitals</p> <p>Einschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none">- Gonarthrose von Grad 2 in der Kellgren und Lawrence Skala,- Seit mehr als 6 Monaten erkrankt- Stabile Medikation seit 3 Wochen- Zwei Wochen vor Studienbeginn keine paramedizinischen Behandlungen <p>Ausschlusskriterien</p> <ul style="list-style-type: none">- Frühere Knieoperation- Frühere Erfahrungen mit TENS- Steroid- Injektion innerhalb letzten 3 Wochen- Unfähigkeit 10 Minuten zu gehen <p>4 TN fielen nach der Rekrutierung aus.</p> <p>Randomisierung / Verblindung</p> <ul style="list-style-type: none">- Teilnehmer wurden zufällig in 4 Gruppen unterteilt.- Patienten und Forscher waren verblindet. <p>Ethik</p> <p>TN unterschrieben Einwilligungserklärung</p>	<p>Intervention</p> <p>TENS-Gruppe (n=16)</p> <ul style="list-style-type: none">- Tägliche Behandlung während 4 Wochen- Behandlungsdauer: 60 Min.- Vier 4x4 cm Oberflächenelektroden auf Akupunkturpunkten: Milz 9, Magen 35, extra 31 sowie 32 und Gallenblase 34 zusammen.- Anwendung tägl. um die selbe Zeit, Frequenz 80 Hertz (Hz), Impulsbreite von 140 Mikrosekunden- Intensität wurde bis erträgliche Muskelkontraktionen und kribbelndes Gefühl erhöht. <p>TENS-Placebo-Gruppe (n=16)</p> <ul style="list-style-type: none">- Selbes Procedere wie TENS-Gruppe über gleichen Zeitraum- Manipuliertes Gerät , kein Impuls wird abgegeben <p>isometrische Übungs-Gruppe (n=15)</p> <ul style="list-style-type: none">- Tägliche Durchführung an Werktage während 4 Wochen- Übungsdauer: 20 Minuten- TN sitzen mit der Hüfte 80° gebeugt auf einem Lehnstuhl, Ober- und Unterschenkel mit Gurten fixiert- 10 Min. Aufwärmübungen mit 90° Beugung, wobei Winkel bis Schmerzgrenze gesteigert wird mit max. 180°/s. Übung wird wiederholt bei 60° und 30° Beugung. <p>TENS und isometrische Übungs-Gruppe (n=15)</p> <ul style="list-style-type: none">- Selbe Einstellungen wie TENS gefolgt von 20 Min. Pause und 30 Min. isometrischen Übungen. <p>Outcome / Messinstrumente</p> <p>Schmerz: VAS (0-10)</p> <p>Datensammlung</p> <p>Tägliche Einschätzung des Schmerzes auf VAS von Sitzung 1 bis 20 und im Follow-up. Einschätzung vor sowie 20 Min. nach Sitzung, und 20,40 und 60 Min. nach Stimulationsbeginn.</p> <p>Follow-up 4 Wochen nach Behandlungsende.</p> <p>isometrische Übungs-Gruppe: Einschätzung Vor- und Nach Übungen.</p> <p>Ausnahme Datenanalyse</p> <ul style="list-style-type: none">- Analyse anhand des Programm SPSS für Windows Version 10.0- Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$- verschiedene statistische Tests	<p>Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none">- Zu Beginn signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in demographische Daten bezüglich des BMI, welcher in der Übungsgruppe höher war als in der Übung + TENS Gruppe $p<0.05$. <p>Schmerzen VAS-Skala</p> <p>Schmerzlinderungsverlauf während erster Sitzung</p> <table><tr><td></td><td>Beginn</td><td>60 Min.</td><td>80 Min.</td></tr><tr><td colspan="4">Durchschnittswert</td></tr><tr><td>TENS</td><td>100 (0)</td><td>67.3 (46.7)</td><td>64.1 (40.7)</td></tr><tr><td>Placebo</td><td>100 (0)</td><td>86.3 (37.5)</td><td>84.5 (39.6)</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- Durchschnittswert der Schmerzreduktion der TENS-Gruppe sank während der ersten Sitzung. <p>Schmerzlinderungsverlauf von Beginn bis Follow-up</p> <table><tr><td></td><td>Beginn</td><td>S10</td><td>S20</td><td>Follow-up</td></tr><tr><td colspan="5">M (SD)</td></tr><tr><td>TENS</td><td>100 (0)</td><td>60.5 (35.0)</td><td>42.2 (27.0)</td><td>43.7 (30.3)</td></tr><tr><td>Placebo</td><td>100 (0)</td><td>72.2 (70.7)</td><td>50.4 (42.4)</td><td>48.6 (42.2)</td></tr><tr><td>Übungen</td><td>100 (0)</td><td>87.3 (86.0)</td><td>63.2 (64.0)</td><td>95.2 (118)</td></tr><tr><td>Übungen + TENS</td><td>100 (0)</td><td>67.8 (51.7)</td><td>55.6 (50.6)</td><td>61.1 (57.9)</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- Signifikante Schmerzlinderung in TENS-Gruppe. VAS-Wert sank nach 20 Sitzungen auf 54.1% und weiter beim Follow-up auf 51.5% $p=0.000$.- Signifikante Schmerzlinderung in Placebo-Gruppe. VAS-Wert sank nach 20 Sitzungen auf 56.7% und stieg beim Follow-up auf 67.9%. $p=0.034$- Kein signifikanter Unterschied in der Übungsgruppe und kombinierten TENS mit isometrischen Übungen Gruppe		Beginn	60 Min.	80 Min.	Durchschnittswert				TENS	100 (0)	67.3 (46.7)	64.1 (40.7)	Placebo	100 (0)	86.3 (37.5)	84.5 (39.6)		Beginn	S10	S20	Follow-up	M (SD)					TENS	100 (0)	60.5 (35.0)	42.2 (27.0)	43.7 (30.3)	Placebo	100 (0)	72.2 (70.7)	50.4 (42.4)	48.6 (42.2)	Übungen	100 (0)	87.3 (86.0)	63.2 (64.0)	95.2 (118)	Übungen + TENS	100 (0)	67.8 (51.7)	55.6 (50.6)	61.1 (57.9)	<p>Diskussion / Schlussfolgerungen</p> <ul style="list-style-type: none">- grössere Schmerzlinderung in TENS-Gruppe als kombiniert mit Übungen- unterschiedlich hohe Schmerzreduktionen in Gruppen- über die 4 Wochen wurden verschiedenen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar- Analgetischer Effekt von TENS auf chronischen Rückenschmerzen bereits nachgewiesen- Erhöhung Freisetzung von körpereignen Opioiden durch Akupunktur-ähnliche und konventionelle TENS- frühere Studien zeigten tägl. Anwendung von TENS während zwei Wochen produziert eine kumulative Hemmung- in weiteren Studien war analgetische Effekt bei TENS signifikant grösser als bei Kontrollgruppe- Begünstigung des Placeboeffekts durch verschiedene Faktoren, wie Alter, Diagnose, Studiendesign, Arzt-Patienten-Beziehung- zu Beginn erhöht sich Schmerz bei isometrischen Übungen, da Muskeln gestärkt werden und somit Druck auf Kniegelenk grösser wird, Schmerz vergeht ab der vierten Sitzung- durch Schonhaltung des Knies können Stösse nicht mehr abgefedert werden- geringere Auslösung von Schmerzen durch weniger Stress und Belastung <p>Evidenzgrad nach Rosswurm & Larrabee</p> <p>1 b</p>	
	Beginn	60 Min.	80 Min.																																															
Durchschnittswert																																																		
TENS	100 (0)	67.3 (46.7)	64.1 (40.7)																																															
Placebo	100 (0)	86.3 (37.5)	84.5 (39.6)																																															
	Beginn	S10	S20	Follow-up																																														
M (SD)																																																		
TENS	100 (0)	60.5 (35.0)	42.2 (27.0)	43.7 (30.3)																																														
Placebo	100 (0)	72.2 (70.7)	50.4 (42.4)	48.6 (42.2)																																														
Übungen	100 (0)	87.3 (86.0)	63.2 (64.0)	95.2 (118)																																														
Übungen + TENS	100 (0)	67.8 (51.7)	55.6 (50.6)	61.1 (57.9)																																														

Anhang D: Einteilung des Evidenzgrades nach Rosswurm und Larrabee (1999)

Einteilung des Evidenzgrades nach Rosswurm und Larrabee (1999)

Studiendesign	Grad der Evidenz
Metaanalyse randomisierter Versuche	I. a.
Ein randomisierter kontrollierter Versuch	I. b.
Eine gut konzipierte kontrollierte Studie ohne Randomisierung	II. a
Ein weiterer Typ einer gut konzipierten quasi-experimentellen Studie	II. b.
Vergleichende, Korrelationsstudie und andere deskriptive Studien	III.
Evidenz aus Berichten von Expertenkomitees und Expertenmeinungen	VI.

(zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674)

Anhang E: Beurteilung der Qualität der analysierten Studien

Atamaz et al. (2012). Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(5), 748–756.

Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Nein/ Unklar Zuteilung der TN in Gruppen nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Block-randomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Zuteilung durch stratifizierte Randomisierung und Zufallsfolge mittels Zufallszahlen
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Studienteilnehmer und Forscher und Analysisten wurden verblindet
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallsquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Von 203 TN brachen 28 TN vorzeitig ab. Abbruchgrund: 15 TN aufgrund einer Verschlechterung der Symptome, 5 TN aufgrund von anderen gesundheitlichen Problemen und 8 TN aufgrund von zeitlichen Problemen, Follow-up: 86,2%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keinen signifikanten Unterschied bezüglich den demographischen, klinischen Daten zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugeordneten Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Intention-to-Treat Analyse durchgeführt.
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt und erfüllt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Poweranalyse von 80% erfüllt.
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar In Studie werden die Mängel früheren Ergebnissen beschrieben, jedoch nicht ihre Ergebnisse.

Mascarin et al. (2012). Effects of kinesiotherapy, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial. BMC musculoskeletal disorders, 13, 182.

Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Nein/ Unklar Zuteilung der TN in Untersuchungsgruppen nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Generierung der zufälligen Zuteilung nicht näher beschrieben.
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Untersucher war verblindet.
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallsquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle TN beendeten die Studie. Follow-up: 100%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keinen signifikanten Unterschied bezüglich den demographischen, klinischen Daten zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugewiesenen Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Keine Poweranalyse durchgeführt.
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Teilweise Ergebnisse von früheren Studien sind mit denen von dieser Studie vergleichbar. Jedoch werden auch Studien aufgelistet, welche keine signifikante Verbesserung feststellen konnten.

Vance et al. (2012). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Physical therapy*, 92(7), 898–910.

Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Ja Verdeckte Zuteilung mit versiegeltem, blickdichtem Briefumschlag
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Zuteilung durch Blockrandomisierung.
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Studienteilnehmer und Untersucher wurden verblindet
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallsquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle TN beendeten die Studie. Follow-up: 100%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Signifikanter Unterschiede bezüglich den demographischen Daten beim BMI zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe.
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt und erfüllt	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Ja 25 TN entsprachen 80% Power
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	ja/ nein/ unklar	Teilweise Ergebnisse von HF-TENS sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar.

Gschiel et al. (2010). Analgetische Effizienz von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS-Therapie) bei Patienten mit Gonarthrose. <i>Der Schmerz</i>, 24(5), 494–500.			
Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Nein/ Unklar Zuteilung der TN in Gruppen nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Generierung erfolgte durch Verblindung der TENS-Geräte in 5er-Einheiten.
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Studienteilnehmer und Untersucher wurden verblindet
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Von 45 Pat. brachen 5 Pat. vorzeitig ab. Abbruchgrund: 2 TN fehlte die Compliance und bei 3 TN folgte der Abbruch auf Wunsch. Follow-up: 88.9%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keine signifikanten Unterschiede bezüglich den demographischen, klinischen Daten zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn bei Randomisierung der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Keine Poweranalyse durchgeführt.
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen von vorherigen Studien vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Eine frühere Metaanalyse ergab keine Schmerzreduktion bei Arthrose

Law und Cheing (2004). Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 36(5), 220–225.

Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Ja Verdeckte Zuteilung mittels Umschlagsverfahren
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Generierung der zufälligen Zuteilung nicht näher beschrieben.
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Studienteilnehmer und Untersuchen wurden verblindet.
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Von 36 Pat. brachen 2 Pat. vorzeitig ab. Abbruchgrund: Einer aufgrund von medizinischen Gründen und der andere hat das Pflegeheim verlassen. Follow-up: 94.4%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keinen signifikanten Unterschied bezüglich den demographischen, klinischen Daten zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugewiesenen Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Keine Poweranalyse durchgeführt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Ja Ergebnisse dieser Studie sind mit bereits erhaltenen Resultaten von früheren Studien vergleichbar

Cheing et al. (2003). Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain. <i>Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine</i>, 35(2), 62–68.			
Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Nein/ Unklar Zuteilung der TN in Untersuchungsgruppen nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Stratifizierte Stichprobe
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Studienteilnehmer waren verblindet.
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Von 38 Pat. brachen 2 Pat. vorzeitig ab. Abbruchgrund: Einer aufgrund einer Krankenhausaufnahme wegen Nierenproblemen und der andere aufgrund von beruflichen Verpflichtungen. Follow-up: 94.7%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keinen signifikanten Unterschied bezüglich den demographischen, klinischen Daten zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar TN der Placebo-Gruppe erhielten andere Informationen.
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Keine Poweranalyse durchgeführt.
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Teilweise Eine frühere Studie ergab eine optimale Behandlungsdauer von 60Min. Dieses Resultat wird auch bei der vorliegenden Studie festgestellt, jedoch aufgrund der längeren Halbwertszeit wird eine optimale Behandlungsdauer von 40Min. bestimmt.

Ng et al. (2003). The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees: a randomized controlled trial with follow-up evaluation. <i>Journal of alternative and complementary medicine</i>, 9(5), 641–649.			
Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Nein/ Unklar Zuteilung der TN in Untersuchungsgruppen nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Bewohner wurden mit Blatt, auf dem zuvor eine Abbildung gezeichnet wurde, in Gruppe zugeordnet
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Verblindung der Untersucher.
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keine Ausfälle beschrieben, Daten von 24 TN wurden analysiert. Follow-up: 100%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Keinen signifikanten Unterschied bezüglich den demographischen, klinischen Daten zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Keine Poweranalyse durchgeführt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Teilweise Ergebnisse dieser Studie waren weniger ausgeprägt als bereits erhaltene Ergebnisse von früheren Studien

Cheing et al. (2002). Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain? *Clinical rehabilitation*, 16(7), 749–760.

Fragen	Kriterien	mögliche Antworten	Bewertung
1. Wurden die Teilnehmer adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angepasste Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein/Unklar	Ja Keine Zufallsstichprobe, jedoch angepasste Ein- und Ausschlusskriterien formuliert
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: verdeckte Zuteilung per Telefon oder Internet oder ein versiegelter, blickdichter Beutel / Briefumschlag	Ja/ Nein/Unklar	Nein/ Unklar Zuteilung der TN in Untersuchungsgruppen nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierte Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen oder Blockrandomisierung	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Zuteilung durch eine Stratifizierte Stichprobe
4. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Studienteilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Studienteilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Studienteilnehmer wurden verblindet.
5. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Wurde die Ausfallquote begründet und war das Follow-up über 80%	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Von 66 TN brachen 4 TN vorzeitig ab. Abbruchgrund: Zwei Pat. von der TENS-Placebo-Gruppe und zwei von der TENS + Übung fielen aufgrund von Zeitmangel und medizinischen Gründen weg. Follow-up: 93.9%
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf klinische oder demographische Daten	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Signifikanter Unterschiede bezüglich den demographischen Daten beim BMI zwischen den Gruppen zu Beginn feststellbar
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Alle Studienteilnehmer wurden bis auf die Intervention einheitlich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Intention-to-Treat Analyse durchgeführt oder kein Teilnehmer wechselte die Gruppe	Ja/ Nein/ Unklar	Ja Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachzuweisen zu können?	Poweranalyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein/ Unklar	Nein/ Unklar Keine Poweranalyse durchgeführt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse sind mit bereits erhaltenen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ Teilweise/ Nein/ Unklar	Teilweise Frühere Ergebnisse ergaben eine signifikante Schmerzlinderung in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Placebogruppe bei Pat. mit Gonarthrose.

Anhang F: Erklärung

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne andere als die angegebene fremde Hilfe verfasst habe. Es wurden ausschliesslich Quellen und Hilfsmittel verwendet, auf die in der Arbeit verwiesen werden. Zitate, Abbildungen und Grafiken, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet.

Weiterhin erkläre ich, dass weder ich noch Dritte die vorliegende Arbeit an anderen Hochschulen eingereicht haben.

Ort, Datum

Unterschrift